

九州工業大学学術機関リポジトリ



Title	海外技術協力を通じた高倉式コンポストの技術移転に関する研究
Author(s)	高倉, 弘二
Issue Date	2016-05
URL	http://hdl.handle.net/10228/5960
Rights	

海外技術協力を通じた高倉式コンポストの
技術移転に関する研究

2016 年 5 月

九州工業大学大学院生命体工学研究科

高倉弘二

概 要

第 1 章は研究の背景と目的について述べた。日本は時代を追って経験してきた廃棄物処理の課題を克服してきたことで、堅実な廃棄物処理・リサイクルシステムを有することができた。しかし、開発途上国ではこれら課題が一度に噴出し対応しきれないでいる。研究対象とするインドネシア共和国スラバヤ市は 1980 年代から 1990 年代にかけ、国連環境計画の UNEP 賞を受賞するなど、素晴らしい街並みと景観を誇る都市であった。しかし、2001 年に環境汚染問題から Keptih 埋立処分場が閉鎖され、市内に廃棄物が不法投棄されるなど廃棄物管理は制御不能な状態へと陥り、廃棄物問題への対策が喫緊の課題となった。北九州市はアジア環境協力都市ネットワークの都市間協力として、2002 年にスラバヤ市の廃棄物減量化・リサイクル促進に係る調査を実施した。そして、廃棄物の 50%以上が生ごみであることに着目し、改善策の一つとしてコンポスト化を提案した。これを受け、2004 年から北九州市のコンポスト化に係る技術支援がスタートし、筆者はコンポスト化技術専門家として現地で活動中に高倉式コンポストを開発した。スラバヤ市は廃棄物管理改善を推進するために、コミュニティ主体の Surabaya Green and Clean Campaign (SGC キャンペーン)を展開したことで、短期間に大幅な廃棄物の減量化と都市緑化を実現するなど成果を上げた。この廃棄物管理改善に対し高倉式コンポストは少なからず貢献した。

文献調査からは、スラバヤ市での高倉式コンポストによる改善効果と普及・定着した要因、並びに技術的評価と活用について明らかにするとともに、高倉式コンポストを廃棄物問題改善のために他国や他都市への導入可能性についても言及した。しかし、これらは経済成長著しい近年の調査による評価ではないため、本研究の目的を『急激な経済成長の中で「高倉式コンポスト」の役割と廃棄物減量化への有効性並びに、当技術が普及した理由を明らかにすること』とした。

第 2 章は、第 1 章で示す目的を達成するため用いた現地での聞き取り及び

アンケート方法について示した。廃棄物管理に係わるスラバヤ市、NGO、住民等の 8 者から、一問一答型にはならないように自発的な回答を得るように配慮し、「コミュニティ組織」「キャンペーンの概要」「高倉式コンポストの普及理由」「高倉式コンポストの廃棄物施策への貢献・効果」について聞き取った。主婦へのアンケートは、生ごみコンポスト化に取り組む期間が異なる 3 ヶ所のコミュニティを対象とし、コミュニティ集会所で質問事項を丁寧に説明して実施した。

第 3 章では得られた情報をまとめた。スラバヤ市は、住民、企業、マスコミ及び地域団体と協働して、コミュニティの環境・衛生整備に取り組む SGC キャンペーン等を通じて廃棄物問題解決を目指している。これら取り組みは、既存のコミュニティ組織を活用して、地域環境リーダー等の指導者の育成と競争を取り入れた異なるランクの導入などにより、未整備なコミュニティの参加とステップアップを促すなど、様々に工夫し継続している。スラバヤ市は高倉式コンポストを高く評価し、SGC キャンペーン等を通じて使用の推奨、無料配布及び情報発信を継続している。また、様々な関係者も、高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に効果的であると評価し、住民は自主的に類似品を製作し他者へ使用を推奨している。住民が分別した資源ごみについては、ごみ銀行が買い取るシステムが整備され、ごみ銀行の開設数も増えている。コミュニティでは住民がごみを分別し、生ごみはコンポスト化、資源ごみはごみ銀行に持ち込むことでリサイクルと環境・衛生整備が推進されている。また、高倉式コンポスト技術を導入した落ち葉・剪定枝を対象とするコンポストセンターを市内 23 ヶ所で運営し、未分別の家庭ごみを対象とする資源ごみ分別回収センターを整備した。生ごみ類対象の大規模コンポストセンターの拡充も予定されている。

コミュニティのアンケート調査からは、実際に生ごみコンポスト化に取り組んでいる主婦の考え方を知ることができた。家庭生ごみの半分以上はコンポスト化され、1 日当たりの生ごみ処理量は平均 0.84kg となる。コンポ

スト化の方法は全員が高倉式コンポストを使用し、「ごみが少なくなる」「悪臭が無くなる」等の便益を複数得ている。すなわち、主婦は高倉式コンポストに対し、「取り扱い易さ」「取り組み効果」を含め高い満足度を得ており、その継続と他者への波及がみられる。

第4章では入手した様々な情報をもとに考察した。2005年からスラバヤ市は住民の廃棄物管理改善を定着させるために、SGCキャンペーンを推進する体制整備と参加を促す様々な工夫、コンポスト化導入による廃棄物管理の条例化や高倉式コンポストの無料配布と地域環境リーダーによる指導体制を充実させた。そして、主婦は納得のいく技術と高い満足度を持って取り組んでいる。特に主婦が得るベネフィットの意義は大きく、類似品の自主製作も加わり、その使用を他者へも勧めることで、2014年には累計57,100個、スラバヤ市全世帯数に対する普及率は6.3%と推定された。家庭での生ごみコンポスト化による生ごみ処理量は48t/日であり、コンポスト化による削減への寄与は限定的であったが、コミュニティの資源ごみ回収システム「ごみ銀行」を促したり、行政によるコンポストセンター整備へと波及することで、廃棄物の資源化を促進し、大幅な廃棄物減量化がなされた。

このようにしてスラバヤ市の廃棄物管理改善は進展し、GRP当たりの廃棄物発生量は2006年以降減少傾向を示し、2014年には約70%の削減(2006年比)が達成されている。また、これを一人当たりGRPに対する一人当たり廃棄物発生量として評価すると、一人当たりGRPが同程度のアジア及びラテンアメリカの他都市と比較して、2011年からその乖離が明確となり低いレベルで安定化し、2013年からは半分にまでなっている。このような廃棄物管理改善の進展は、資源ごみ回収センターの整備と生ごみ類を受け入れる大規模コンポストセンターの拡充に起因し、廃棄物管理改善に無関心な地域を補うことになったと考える。製造されたコンポストは、緑化推進のために継続して使用されており、スラバヤ市の都市緑化率30%の目標達成に向けて今後も貢献すると考えられる。

そして、スラバヤ市はグリーン都市マスタープランに廃棄物管理改善施策を盛り込んでおり、今後も廃棄物量は低レベルで安定化し維持されるものと推察される。

第 5 章では将来展望として他の開発途上国や地域に高倉式コンポストを技術移転することで、廃棄物管理改善の一助となりえるか考察した。まず、移転技術が地域技術として定着するために必要な「地域にとっての適正性」を評価するために、これまでの研究や報告から「技術レベル」「技術の効果」「持続性」「低コスト」「文化・伝統への適合」「環境配慮」「現地調達」の 7 項目を抽出した。高倉式コンポストはこれらに該当する技術であると評価できたことから、適正技術であると判断した。

次に、廃棄物管理改善が地域で定着するためのポイントとして、これまでの結果と考察から、「①行政の強い係わり」「②不足する資源の獲得」「③適正な技術の導入」「④住民参加」「⑤定着化」の 5 項目を抽出した。筆者が係った住民主体の廃棄物管理改善プロジェクトの 2 つの事例について、抽出した 5 項目をもとに再評価し、それら項目分けの有効性を確認した。

第 6 章では結論を述べた。

1) 高倉式コンポストの役割と廃棄物減量化への有効性

- ① 高倉式コンポストの特性が SGC キャンペーン等を通じて住民に受け入れられ、ごみ銀行との相乗作用でコミュニティの廃棄物削減に貢献している。
- ② 市内 23 ヶ所にコンポストセンターが整備され、剪定屑等の廃棄物の増加を抑制している。
- ③ スラバヤ市の一人当たり GRP に対する一人当たり廃棄物発生量は少なく、一人当たり GRP が同程度の他都市と比較しても半分になっている。
- ④ グリーン都市マスタープランに廃棄物管理改善を盛り込み、今後も廃棄物量は低レベルで安定化し維持されるものと推察される。

2) 高倉式コンポスト技術が普及した理由

- ① スラバヤ市は高倉式コンポストの有効性を認識したことで、様々な手法で情報発信し、住民の積極的な取り組みを推奨した。
- ② コンポスト化導入による廃棄物管理の条例化と、SGC キャンペーン等の進展が高倉式コンポストの普及を促している。
- ③ SGC キャンペーン等は、企業の様々なノウハウの取り込みと協働、コミュニティ組織を利用した推進及び、コミュニティの参加促進のための様々な工夫により草の根的に広がった。
- ④ 主婦は高倉式コンポストの特性「コンパクト性」「取扱い」「ベネフィット」などに納得し、使用時の満足度も高く、その使用を他者へも勧めている。

3) スラバヤ市廃棄物管理改善の他都市への展開

- ① 高倉式コンポストは、適正技術であると評価することができたことから、生ごみリサイクル技術として開発途上国への導入と定着が期待される。
- ② 廃棄物管理改善が地域で定着するためのポイントとして、「①行政の強い係わり」「②不足する資源の獲得」「③適正な技術の導入」「④住民参加」「⑤定着化」の5項目を抽出し、それら項目分けの有効性を確認した。

略語

JICA : Japan International Cooperation Agency(独立行政法人国際協力機構)

RT : Rukun Tangga(小規模コミュニティ)

RW : Rukun Warga(町内会)

TPS : Tempat Pembuangan Sampa (ごみ一時集積所)

TPA: Tempat Pembuangan Akhir(埋立処分場)

SGC キャンペーン : Surabaya Green and Clean Campaign

MDS キャンペーン : Merdeka dari Sampah Campaign(ごみから独立キャンペーン)

SGC キャンペーン等 : SGC キャンペーン及び MDS キャンペーン

地域環境リーダー等 : 環境ファシリテーター及び地域環境リーダー

DKP : Dinas Kebersihan dan Pertamanan(美化・公園局)

BAPPEKO : Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya(スラバヤ市開発計画局)

KITA : Kitakyushu International Techno-cooperative Association(公益財団法人北九州国際技術協力協会)

IGES : Institute for Global Environmental Strategies(公益財団法人地球環境戦略研究機関)

PKK : Pemberdayaan Dan Kesejahteraan Keluarga(婦人団体)

(なお、本文中の都市名・地区名・組織名については、日本国内で通用している名称については日本語表記、それ以外はインドネシア語をそのまま用いている。)

目次

第 1 章 序論	1
1.1 本研究の背景	1
1.1.1 廃棄物問題に対する現状認識	1
1.1.2 スラバヤ市の廃棄物管理システム	4
1.1.3 スラバヤ市の都市廃棄物問題	8
1.1.4 北九州市のこれまでの取り組み	10
1.1.5 北九州市の環境改善協力の中での高倉式コンポスト	11
1.2 高倉式コンポストによるスラバヤ市への技術協力と現状認識	12
1.3 高倉式コンポストの概要	16
1.3.1 コンポストについて	16
1.3.2 コンポスト化の歴史	17
1.3.3 高倉式コンポストについて	18
1.4 研究の目的	25
参考文献	26
第 2 章 研究の方法	34
2.1 聞き取り調査	34
2.1.1 聞き取り対象者の抽出方法	34
2.1.2 聞き取り方法	35
2.1.3 聞き取り内容の構成	36
2.2 アンケート調査	37
2.2.1 アンケート対象者の抽出方法	37
2.2.2 アンケート方法	38
2.2.3 アンケートの構成	38

第 3 章 現地調査の結果	42
3.1 聞き取り調査の結果	42
3.1.1 美化・公園局	42
3.1.2 NGO PUSUDAKOTA	52
3.1.3 Jawa Pos	54
3.1.4 環境モチベーター	55
3.1.5 Jambangan 地区 高倉式コンポストを使用している主婦	56
3.1.6 SMPK SANTO STANISLAUS (中学校)	56
3.1.7 GUNDHI 地区元 RT 長(町内会長) ABUBUTAN 区在住	57
3.1.8 環境ファシリテーター等	58
3.2 コミュニティのアンケート調査の結果	61
3.3 まとめ	65
参考文献	69
第 4 章 考察	70
4.1 近年のスラバヤ市の廃棄物管理の現状	70
4.2 スラバヤ市の廃棄物量が低いレベルで安定化している要因	72
4.2.1 SGC キャンペーン等の推進体制	72
4.2.2 SGC キャンペーン等の推進と継続	77
4.2.3 家庭での生ごみコンポスト化による直接的なごみ削減について	78
4.2.4 SGC キャンペーン等の推進によるごみ削減への貢献	80
4.2.5 コンポストセンターの整備	81
4.3 今後のスラバヤ市の廃棄物管理	82
4.4 高倉式コンポストが普及した要因	84
4.4.1 高倉式コンポストの特性	84
4.4.2 主婦の高倉式コンポストの使用について	85

4.4.3 スラバヤ市による高倉式コンポスト使用の推奨	91
4.5 まとめ	92
4.5.1 役割と高倉式コンポストの廃棄物減量化への有効性	92
4.5.2 高倉式コンポスト当技術が普及した理由	93
参考文献	95
第5章 将来展望 開発途上国への展開	97
5.1 高倉式コンポストの適正技術としての評価	97
5.1.1 適正技術とは	99
5.1.2 高倉式コンポストの適正技術としての評価	100
5.2 インドネシア国内の他都市及び開発途上国への展開	104
5.2.1 廃棄物管理改善を成功に導くためのポイント	104
5.2.2 スラバヤ市廃棄物管理改善の他都市への展開	106
5.3 まとめ	109
参考文献	112
第6章 結論	113
謝辞	115
掲載論文と本論文の関係	116

第 1 章 序論

1.1 本研究の背景

1.1.1 廃棄物問題に対する現状認識

人類の歴史を振り返ると、廃棄物は国や地域を問わず人間が生産活動し、消費行動をとることで必ず発生するものである。しかし、古来の廃棄物は自然由来の物であり、また資源循環を基本とする経済構造であったため、廃棄物とみなされる物質には限りがあった。日本の江戸時代を例とすると、し尿までもが「金肥」と呼ばれ大切な肥料成分として流通し、有価で取引されていた。廃棄物となった物質も、その土地に応じた気候・風土及び慣習をもとに、時間を掛けながらも処理の最適化が図られるシステムとなっていた。ところが、現代社会は生活の快適さや利便性を求めるべく、大量生産・大量消費・大量廃棄に支えられる経済構造に陥ったことから廃棄物問題が生じ、それが肥大化している。さらに多種多様な化学物質が大量に生産され、自然循環とは異なる処理も必要となっている。日本を例にとると、「大量生産・大量廃棄を前提とした使い捨て製品の増加や消費・生活スタイルによって増え続ける廃棄物を、そのまま受入れ、ひたすら処理してきた¹⁾。」とも揶揄される。

日本の廃棄物処理の歴史を紐解いてみると、かつての日本は現在の開発途上国等が抱えている状況と同様の廃棄物問題に直面していた。しかし、それぞれの時代背景に応じた対策を着実に講じてきた結果、その状況から脱却し、堅実な廃棄物処理・リサイクルシステムを有するまでになった²⁾。日本の廃棄物処理の課題とその対応についての変遷の概要を表 1-1 に示す。

一方、世界人口の 70%以上を占める開発途上国に目を向けると、「急激な都市化と経済発展」「都市部への人口流入」等を原因とする廃棄物発生量の増大に対し、「未熟な地方自治制度」「社会経済危機」等から、技術的・経済的・社会的に不適切な対応に終始している³⁾。これは、日本が 1800 年代後半から 2000 年代に時代を追って順に経験してきた廃棄物処理の課

表 1-1 日本の廃棄物処理の課題とその対応についての変遷の概要

時 代	廃棄物処理の様子と課題	課題解決策
1800 年代後半～ 1900 年代前半	ごみは排出者が自己処理するか、民間の処理業者が収集して有価物の選別と売却をしており、路傍や空き地にごみが投棄され不衛生な状態で堆積。	1900 年公衆衛生の向上を目的として「汚物掃除法」を制定。「ごみはなるべく焼却すべし」としたため「野焼き」が行われた。
1945 年～ 1950 年代	経済発展及び都市への人口集中に伴って都市ごみが急増し、河川・海洋への投棄や野積みが行。また、ごみ収集の手車から自動車への積替え作業により、路上などにごみが飛散。	1954 年「清掃法」を制定し、国、地方行政、住民の責務・義務を定め、1963 年「生活環境施設整備緊急措置法」により、各都市でごみ焼却施設の導入を促進。
1960 年代～ 1970 年代	高度経済成長に伴う販売方式・消費行動の変化などにより、大量生産・大量消費型の経済構造が進展し、都市ごみは更に急速に増加・多様化。産業廃棄物の増加。公害問題の顕在化。	1967 年「公害対策基本法」を制定。廃棄物処理の基本体制を整備するため、1970 年清掃法を全面的に改正し、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下廃棄物処理法）」を制定。国庫補助により適正な処理施設整備を後押し、最終処分場の適正化と焼却施設の処理能力を増強。
1980 年代～ 1990 年代前半	消費増大や生産活動の一段の拡大により廃棄物量が急増したため、可燃ごみの直接埋立処分が増え、最終処分場の残余容量及び残余年数が減少。事業者・処理業者のコンプライアンス欠如による大規模不法投棄等事案が発生。ごみ焼却施設からのダイオキシン類の発生が問題化。	廃棄物の適正処理の着実な進展。廃棄物発生量の増加と最終処分場不足等の抜本的解決を図るため、施策の重点が処理から排出量抑制へと移行。
1990 年代～ 2000 年代	廃棄物の発生量が依然として増加し、それに伴う最終処分場の不足等の問題が継続。	1991 年廃棄物処理法の目的に再資源化が加わる。1997 年以降、廃棄物処理法を逐次改正し産業廃棄物に関する規制強化。1997 年からダイオキシン類削減対策として排ガス規制と焼却施設の整備。2000 年「循環型社会形成推進基本法」が制定され 3R の実施と廃棄物の適正処分を目指す。計画的・効果的に焼却やリサイクルを行い、最終処分量の減少を推進
今後の主な取組		
循環型社会の形成をこれまで以上に進展させるため、リサイクルより優先順位の高い 2R の取組を一層推進。循環資源・バイオマス資源のエネルギー源への利用。我が国が世界の環境負荷低減に貢献することを目指す。		

題が同時に生じ、その結果、対応が追い付かずにいるため、各国・各地で廃棄物問題が噴出しているといえる。

開発途上国の廃棄物処分の現状に目を向けると、埋立処分に頼っており、しかも、環境対策がほとんどなされていないオープンダンプである⁴⁾。そのため、埋立処分場からの浸出水による地下水や河川等の水質汚染、悪臭の発生、害虫の発生等処分場周辺の環境に悪影響を与えている。また、廃棄物中の有機物、特に易分解性有機物である生ごみ等からは嫌気性微生物の代謝により、温室効果ガスの一つであるメタンガスも発生している。このような安易な埋立処分は地域環境だけでなく、地球環境へも悪影響を及ぼしていると認識すべきである。さらには、埋立処分場の逼迫から、設計数量以上の廃棄物処分を要因とする崩落事故も生じている。インドネシア共和国バンドン市近郊ルイガジャ(Leuwigajah)処分場では、ひたすらごみを投棄した結果、2005年2月20日2日間の大雨の後に処分場の大崩壊が発生し、死者141名にものぼる痛ましい事故が発生した⁵⁾。この廃棄物問題は開発途上国に限ったものではなく、イタリア ナポリ市では2007年以降、ごみ処理場不足などで大量のごみが路上に放置される問題がたびたび起きており、2011年4月8日には約2,000 tのごみが路上に放置された状態になった⁶⁾。

このような現代社会の経済構造を起因とする廃棄物問題とその対応については、「経済発展や快適性を求めるためには、これで良し、仕方がない」と考えるのではなく、循環型社会を推進すべく地域の状況に応じた先行事例を取り入れながら様々な技術開発や社会システムの変革に向け、一人一人の行動を含め誰もが取り組んでいかなければならない。これに対し、廃棄物問題を克服すべく海外技術協力支援を受け、現地での適正化を図り、全市を挙げて廃棄物管理改善に取り組んだことで、短期間に大幅な廃棄物削減を成し遂げた事例がある。それは人口300万人超の大都市インドネシア共和国スラバヤ市である。

1.1.2 スラバヤ市の廃棄物管理システム

インドネシア共和国の廃棄物管理についての調査として、2010年にJICAが実施した「インドネシア共和国 3R 及び廃棄物適正管理のためのキャパシティーディベロップメント支援プロジェクト」がある。⁷⁾

(1) インドネシア共和国の廃棄物管理に係る法律

インドネシア共和国における廃棄物管理の基本となる法律は、2008年法律第18号として成立し、全18章・49条から構成されている。なお、法律策定に当たっては、2005年のLeuwigajah処分場の崩落事故が反映されている。本法は家庭ごみの処理について各州市が権限と責務を有することとしている。

特筆すべき点として次のようにまとめられる。

- ① 本法律の対象を、家庭系廃棄物、家庭系類似 (household-like) 廃棄物、特定廃棄物 (specific waste) の3つとしている。特定廃棄物は、有害な物質を含む廃棄物、災害廃棄物、建設廃棄物、不定期に発生する廃棄物、その他環境省令で定める廃棄物としており、工業プロセス由来の非有害廃棄物は、これら3分類のどれにも属さない。
- ② 廃棄物の管理は、ReductionとHandlingによってなされると規定し、すべての者がReductionとHandlingを環境に適した方法でしなければならないとしている。さらにReductionは排出抑制、再利用、リサイクル、Handlingは分別、収集、運搬、中間処理、最終処分によるとしている。
- ③ 分別については特に、住宅地、商業地、工業地域、公共施設、社会施設等の管理者は廃棄物の分別施設を設置しなければならない。
- ④ 製造者に対する責任を、その製品やパッケージが廃棄される段階にまで求めている（拡大製造者責任：EPR）。
- ⑤ 廃棄物処理業にライセンス制度を導入する。
- ⑥ 最終処分のオープンダンピングシステムを禁止する。オープンダンピン

グシステムによる処分場は、1年以内に閉鎖計画をつくり、3年以内に閉鎖する（ただし閉鎖には、改善・転換も含むとの解釈である）。

(2) インドネシア共和国の廃棄物の廃棄物処理システム

- ① **RT/RW** による一次収集：都市部での家庭系ごみの収集では、**RT/RW** が個別や共同のごみ箱から荷車ハンドカートで一時集積所（**TPS**）まで運び、そのあとを市・県の清掃担当局が自ら、あるいは民間会社への業務委託により、トラック・コンテナ車で埋立処分場に運ぶシステムが一般的である。商業地域、工業地域では排出量により、個別の収集が行われている地域もある。大口の排出者は、自己責任で埋立処分場まで持ち込むことになる。
- ② **TPS**：家庭ごみや道路清掃ごみの集積場所で、舗装だけのものから、屋根の付いたハンガーと呼ばれるものまでさまざまだが、都市部では 6m^3 コンテナが置かれていることが多い。一般的には、**TPS** は複数の **RT/RW** を集約した形で配置される。
- ③ 運搬：**TPS** からの運搬は、アームロールトラック（主に 6m^3 , 8m^3 , 10m^3 の3種類）、ダンプトラック（主に 6m^3 , 8m^3 , 10m^3 の3種類）、コンパクター車（主に 6m^3 , 8m^3 , 10m^3 ）、通常ピックアップトラック（主に 2m^3 , 6m^3 , 8m^3 ）が使用されている。コンパクター車は台数ベースで全体の2%強でまだ数は多くない。また、輸送距離が 25km を越える場合には大型コンテナトラックへの積み替えを考慮した中継施設の設置が検討される。
- ④ 中間処理：焼却施設、コンポスト施設があるが一般的ではない。
- ⑤ 埋立処分：インドネシアの埋立処分場は大都市圏のごく一部の処分場を除き、浸出水の処理もない、覆土もしないオープンダンピングシステムによるものであり、衛生埋立への改善等の検討が必要である。

(3) スラバヤ市の廃棄物管理に係る市条例

「廃棄物及び清掃に係る利用者負担管理に関する市条例 2000 年第 4 号」

(City Regulation of Surabaya City No. 4 Year 2000 concerning Waste/Cleaning Retribution Management) であり、全 30 条から構成されている。その大半は、利用者負担金（ごみ処理、衛生サービス料金）にする規定などで、清掃サービスや最終処分に関する条項は、わずかに第 20 条～24 条にみられるのみである。そして、3R や拡大製造者責任に関する条例は今のところなく、中央政府による関係省令を受けて市条例を改定する必要がある。

(3) スラバヤ市の廃棄物管理に係る政策

1993 年に JICA 開発調査に作成されたマスタープラン「スラバヤ市 RPJMD (2005-2010)」によれば、廃棄物管理に関する方針と政策は以下のようにまとめている。

< 課 題 >

- ① ごみを経済的価値のあるものとする
- ② コミュニティと民間セクターに廃棄物管理へ参画してもらうこと
- ③ コミュニティ主体の廃棄物管理を拡大しごみの減量を図ること

< 阻害要因 >

- ① TPA や TPS の土地の確保が困難であること
- ② 廃棄物量の増加
- ③ 一部、不衛生な廃棄物収集
- ④ 運搬手段の不備
- ⑤ ブノオ(Benow)埋立処分場が遠距離に立地
- ⑥ 周囲の養魚場への浸出水の漏出

< 目 標 >

- ① 発生源、TPS、TPA それぞれにおける廃棄物管理の改善
- ② 最終処分容量の増加と TPA での公害発生による近隣住民からの要望の縮小
- ③ 衛生的な廃棄物管理（減量含む）の質の向上

＜政 策＞

- ① ゼロウェイストをめざす TPS での廃棄物管理改善
- ② 既存処分場の残存容量に限られるため新規処分場の用意
- ③ 発生した都市廃棄物の適正な処理・処分

この政策実現のための都市清掃プログラムは、以下のとおりとなっている。

- ・ 自らの廃棄物を処理するためのコミュニティの強化
- ・ 清掃とごみ運搬による道路の美化
- ・ TPS と TPA における廃棄物管理
- ・ 新しい TPA の計画と設立

(4) スラバヤ市の廃棄物管理システム

スラバヤ市の廃棄物管理システムは、インドネシア政府の廃棄物管理システムに準じており、処理の基本的なフローは次のようになる⁸⁾。

家庭ごみ → RT/RW による一時収集 → 一時集積場所 → 運搬
→ 中継所 → 運搬 → 埋立処分場

中間処理施設として小型焼却炉とコンポストセンターがあるが限られている。資源ごみ回収システムとして一時集積場所、中継所、埋立処分場にウェストピッカーと呼ばれる資源ごみ回収人が従事している⁸⁾。なお、現在は廃棄物管理改善の成功により、家庭生ごみのコンポスト化とコミュニティで取り組む資源回収システム「ごみ銀行」、そしてコンポストセンターが加わり、これらは廃棄物管理システムの中で重要な位置付けとなっている。

また、ブノオ(Benow)埋立処分場に搬入されるごみの分類を表 1-2 に示す⁹⁾。家庭ごみ、市場ごみ、混合ごみ（家庭ごみと市場ごみ）、動物由来のごみ、政府系ごみ及び産業系ごみに分かれ、スラバヤ市内の全種類のごみが搬入され、そのうち家庭ごみが 78%を占る。

表 1-2 ごみの分類に応じた搬入量

分 類	搬入量 (t/日) (2014 年 5-6 月の平均)	割合 (%)
家庭ごみ	1,150	78.0
市場ごみ	132	9.0
混合ごみ (家庭ごみ と市場ごみ)	90	6.1
動物由来のごみ	11	0.8
政府系ごみ	33	2.2
産業系ごみ	58	3.9

1.1.3 スラバヤ市の都市廃棄物問題

インドネシア共和国スラバヤ市は 1980 年代から 1990 年代にかけ、インドネシア国内の都市環境表彰(ADIPURA 賞)の連続受賞や、国連環境計画の UNEP 賞を受賞するなど、インドネシア国の中でも素晴らしい街並みと景観を誇る都市であった。しかし、2001 年 10 月に市内東部に 1 箇所あった**カプティ(Keptih)**埋立処分場が、悪臭・環境汚染問題から住民の反対により閉鎖を余儀なくされ、市周辺部に建設中の**ブノオ(Benow)**埋立処分場へ急遽受け入れを開始した⁸⁾。図 1-1 にブノオ(Benow)埋立処分場の位置を示す¹⁰⁾。

しかし、遠方であり市内の交通渋滞が激しいことが重なり、運搬効率が悪い等の問題から市内全ての廃棄物に対処できず、市内 191 箇所の中継所では廃棄物が積み重ねられ、不衛生であったり廃棄物の散乱や環境汚染を招いている(写真 1-1)。また、収集されずに不法投棄されるなど市内に散乱する廃棄物もあり(写真 1-2)、スラバヤ市の廃棄物管理は制御不能な状態へと陥り、廃棄物問題への対策が喫緊の課題としてクローズアップされた⁸⁾。

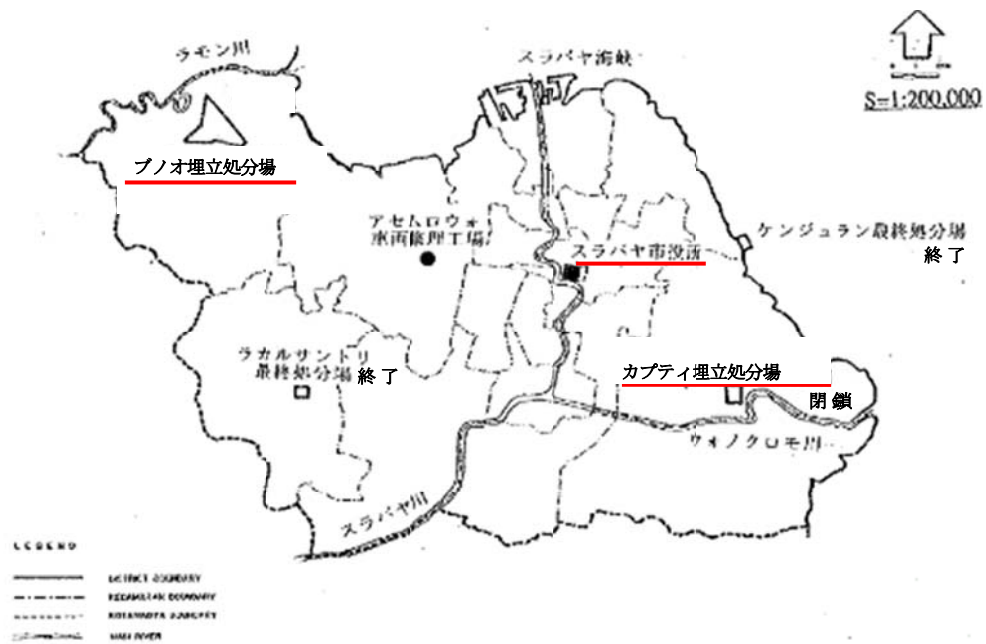


図 1-1 ブノオ(Benow)埋立処分場の位置 ¹⁰⁾ (筆者一部加筆)



写真 1-1 廃棄物中継所(2002 年調査時撮影)



写真 1-2 廃棄物の不法投棄(2002 年調査時撮影)

1.1.4 北九州市のこれまでの取り組み

スラバヤ市は、1997 年アジア環境協力都市ネットワーク^{†1}の設立加盟都市であり、北九州市とは都市環境改善のための都市間協力の関係にあったことから、北九州市に廃棄物問題解決のための支援を求めた。これを受け、2002 年に北九州市は、スラバヤ市の廃棄物減量化・リサイクル促進に係る調査を実施した⁸⁾。この調査には筆者も関わったが、廃棄物処理システムにおける課題として「低い運搬効率」「小型焼却炉の設置」「インフォーマルな減量化・リサイクル」「未熟な堆肥化技術」「衛生埋立処分場の確保」が挙げられた。また、ステークホルダー間の課題として「ステークホルダー間

^{†1} 経済成長が続くアジア地域の持続可能な開発の達成に向け、それぞれの都市が持つ経験の共有と新たな行動の開始のため、1997 年アジア環境協力都市会議を契機に、北九州市と東南アジア 4 ヶ国 6 都市（フィリピン国バタングラス市、セブ市、インドネシア国スラバヤ市、スマラン市、ベトナム国ホーチミン市、マレーシア国ペナン島市）とともに設立した。それぞれの都市環境改善のため、専門家派遣や研修員受入れを行っている¹¹⁾。

の合意形成が不十分」としている。これらに対する改善策として「マルチ・ステークホルダーからなるプラットフォームの創設」「人材の育成」「減量化・リサイクルの推進」「コンポスト化の推進」「廃棄物処理システムの改善」「国際支援プログラムの活用」が提案された。

そして、北九州市は特に次の点に着目した。「スラバヤ市の廃棄物組成は生ごみが 55.6% 占めており、既にリサイクル方法としてコンポスト化が検討され一部実施されていたが、他地点へ拡大するためにはコンポスト化技術が未熟である。」ことから、「適切なコンポスト化技術を導入することで大幅な廃棄物の減量化が可能である。」「生ごみと他の廃棄物との分別がなされることで、現行のリサイクルを含む処理システムの改善や廃棄物中継所や埋立処分場で資源ごみを回収するウエストピッカーの労働条件改善にも繋がる。」と考え、生ごみのコンポスト化を提案した。

この調査をもとに、2004 年から公益財団法人北九州国際技術協力協会 (KITA) を通じた北九州市のコンポスト化に係る技術支援がスタートした。筆者はコンポスト化技術専門家として現地に赴き、地元 NGO PUSUDAKOTA をカウンターパートとしてコンポスト化技術の移転に取り組んだ。そして、高倉式コンポストを開発しスラバヤ市内で広く使用されることとなった。

1.1.5 北九州市の環境改善協力の中での高倉式コンポスト

スラバヤ市は人口 300 万人超の大都市であるが、コンポスト化を活用した施策展開により、短期間に自他ともに認める環境都市へと変貌を遂げた^{12~14)}。スラバヤ市はこの稀有ともいえる変貌の重要な貢献要因の 1 つに、北九州市との協力で現地に技術移転された「高倉式コンポスト」を挙げている¹⁵⁾。

廃棄物問題に苦慮していたスラバヤ市は、緑豊かな環境・衛生に配慮した都市づくりを目指して、2005 年からコミュニティ単位で取り組む SGC キャンペーンを開催し、成績優秀なコミュニティを顕彰している。これはスラバヤ市、ユニリーバ財団(ユニリーバの CSR¹⁶⁾・財政支援含む¹⁷⁾)、ジャワポ

ス(新聞社), 婦人団体等の地域団体及び住民が協働して環境改善を図る取り組み^{12,13,17,28)}であり, スラバヤ市のリーダーシップにより実現した^{13,18)}。その結果, コミュニティが緑溢れる清潔な地域へと次々と変貌した^{12,17,19)}。このキャンペーンを推進するために, 環境ファシリテーター及び地域環境リーダーが育成され, 彼らを通じて「高倉式コンポスト」の推奨, 導入教育及びフォローアップが実施されている^{12,13)}。例えば Kurniawan¹⁷⁾らは, 高倉式コンポストを約 40,000 家庭が使用し(2010 年), 環境ファシリテーター450 名以上, 地域環境リーダー27,000 名以上が活動し(2011 年), SGC キャンペーン参加コミュニティ数は 2005 年 283 地域から 2011 年 2,774 地域へと約 10 倍に増加したと報告している。

高倉式コンポストの使用については, 「たった 1~2 週間で良質なコンポストにすることが可能」¹⁴⁾, 「コンパクトでスペースも必要ない・安価で簡単」¹⁹⁾, 「取り扱いが簡単・ローエネルギー・移動が簡単・屋内で使用できる・分解が速い・悪臭が無い・安い」^{17,20)}との特徴が報告されている。このように高倉式コンポストの使い勝手は良く, 市民のインセンティブとして, できたコンポストの家庭菜園等の自家消費や買い取りが挙げられる^{12,13,21)}。高倉式コンポストの容器は, 地元 NGO PUSUDAKOTA が知的所有権を有している^{17,21)}ものの, 同様の構造で住民が製作使用することも多い。既報告例として, 竹かご(インドネシア語で Bambu)を材料とした容器があり, Bambukura と呼ばれている²¹⁾。

高倉式コンポスト導入による廃棄物削減効果としては, 評価報告された年度により異なるが, 埋立処分場への搬入量は年々減少し 18.6~30%の削減がなされた^{12~14,17,19,20)}。

1.2 高倉式コンポストによるスラバヤ市への技術協力と現状認識

高倉式コンポストを取り上げた既往の研究又は報告書等を調査し, それらの高倉式コンポストに対する着目点として, 「対象地域」「技術内容紹介」

「スラバヤ市の成功要因抽出」「北九州市による技術協力」「改善効果」「普及・定着要因」「他国・他都市へ導入促進」に分け、表 1-3 にまとめた。

スラバヤ市は人口 300 万人超の大都市にも係わらず、経済成長する中で、埋立処分量を大幅に削減し、できたコンポストを有効に活用して緑溢れる都市へと変貌することに成功した。これは稀有とも言える事例であり、その成功を導く重要な要因の一つに高倉式コンポストが挙げられる。ここでは高倉式コンポストを取り上げた既往研究又は報告書等 24 件についてまとめた。

内容については大きく二つに分けることができる。一つはスラバヤ市の成功事例を取り上げ、高倉式コンポストが普及・定着した要因及び取組んだことで得られた改善効果をまとめたものであり、16 件ある。もう一つは高倉式コンポストを既知技術として位置付け、その技術の紹介や評価及びコンポスト化技術としての活用を取り上げており、8 件あった。

高倉式コンポストが普及・定着した要因として、「SGC キャンペーンへの導入」「行政のリーダーシップ」「無料配布」「条例化」「SGC キャンペーンを効果的に実施できる市民主体の体制構築」「適正技術」が挙げられる。また、家庭での生ごみコンポストの取り組みは草の根活動であり、「市民参加」「コミュニティ活動」「婦人会活動」「地域環境リーダー」がキーワードとして抽出された。

高倉式コンポストに取組んだ改善効果として、廃棄物関連では「廃棄物管理改善」「不法投棄抑制」「埋立処分量削減」が挙げられ、それ以外に「緑化推進」「衛生環境改善」「河川水質改善」「温室効果ガス削減」についても有効であるとしている。さらには、コミュニティー一体となった協働作業により、長く消滅していた伝統的な相互扶助「gotong royong」の再生がなされた²²⁾との評価もある。

高倉式コンポストの既知技術としての位置付けは、「スラバヤ市で実績のある技術としての紹介」と「技術の活用」である。その中で、「他のコンポスト化技術を含めた技術的な比較検討」により、分散型コンポストとして最

もポテンシャルを有している²³⁾と評価されている。

また、スラバヤ市の廃棄物管理は、都市人口の増加と廃棄物発生量は比例関係でなくなった¹⁹⁾とも評価されたり、24 件の研究等のうち 15 件は、高倉式コンポストは他国や他都市へ導入が可能または導入を図るべきと述べている。

しかし、これらは 2011 年までの評価であり、著しい経済成長をなしているスラバヤ市のそれ以降の現地調査研究はなされていない。

表 1-3 既往研究等の高倉式コンポストへの着目点

対象地域						改善効果							普及・定着要因							他国・他都市へ導入促進	
No.	スラバヤ	他都市(既知技術として活用)	技術内容紹介	成功要因抽出	北九州市技術協力	廃棄物	緑化	衛生	河川	GHG	経済的利益	その他	政策展開					技術	その他		
													SGCキャンペーン	行政リーダーシップ	無料配布	条例化	体制構築	適正技術			
1 ¹²⁾	○		○	○	○	350t 削減	○	○		○	○	廃棄物管理費削減・コンポスト販売	○		○		○		婦人会・NGO 活動 地域環境リーダー	他国・都市	
2 ¹³⁾	○			○	○	30%削減	10%増加						○	○			○	簡単	婦人会・NGO 活動 地域環境リーダー	他国・都市	
3 ¹⁴⁾	○				○	20%削減	○	○			○		○			○			コミュニティ活動	他国・都市	
4 ¹⁵⁾	○				○	廃棄物管理改善	○	○	○			洪水予防 公害病削減									
13 ¹⁶⁾	○			○	○	10%削減							○					○	コミュニティ活動		
5 ¹⁷⁾	○			○	○	30%削減	10%増加						○				○	○	熱帯地方に適する コミュニティ活動 婦人会活動	他国・都市	
6 ¹⁸⁾	○			○	○	革新的廃棄物管理	○	○						○			○	○	市民参加	他国・都市	
7 ¹⁹⁾	○			○	○	18.6%削減	○	○					○	○			○	○	コミュニティ活動 婦人会活動 地域環境リーダー		
8 ²⁰⁾		既知技術として紹介				スラバヤ市 30%削減	○			○		開発、地域環境問題、地球環境問題に同時アプローチできるコベネフィットな方法						○	気温が高い熱帯 地方に適する	他国・都市	
9 ²¹⁾	○				○	不法投棄抑制	○	○	○		○	コンポスト販売 薬用植物栽培	○						親しみ	婦人会活動 類似品製作	他都市
10 ²²⁾	○					廃棄物管理改善			○			相互扶助再生								他国	
11 ²³⁾		既知技術として技術評価																		17 ²²⁾	
12 ²⁴⁾	○					廃棄物問題解決												○	地域相互補完 マーケティング		
14 ²⁵⁾		マレーシア								○											
15 ²⁶⁾	○			○		350t 削減							○	○					住民参加	他国・都市	
16 ²⁷⁾	○				○	廃棄物管理改善							○					○	コミュニティ活動	他都市	
17 ²⁸⁾	○				○	20%削減	○	○		○	○	コンポスト販売 薬用植物栽培				○	○	簡単	パイロットプロジェクト	他国・都市	
18 ²⁹⁾		既知技術としてスラバヤ市内で展開				不法投棄抑制					○	コンポスト販売 薬用植物栽培									
19 ³⁰⁾	○					廃棄物管理改善		○					○		○		○		コミュニティ活動 婦人会活動 地域環境リーダー	他都市	
20 ³¹⁾		インドネシア・ボゴール市				不法投棄抑制	○	○	雑排水										家庭で実施できる		
21 ³²⁾		マレーシア										コンポスト利用による土壌改良							気温が高い熱帯 地方に適する	他都市	
22 ³³⁾		既知技術として紹介				スラバヤ市 30%削減				○	○							○	気温が高い熱帯 地方に適する	他都市	
23 ³⁴⁾		既知技術として紹介				廃棄物管理改善													JICA 活動・都市間ネットワ	他国	
24 ³⁵⁾	○				生分解プロセス													○	ワークショップ開催		
計	16	8	3	7	12	20	11	9	4	5	6	8	10	4	3	2	7	12	19	15	

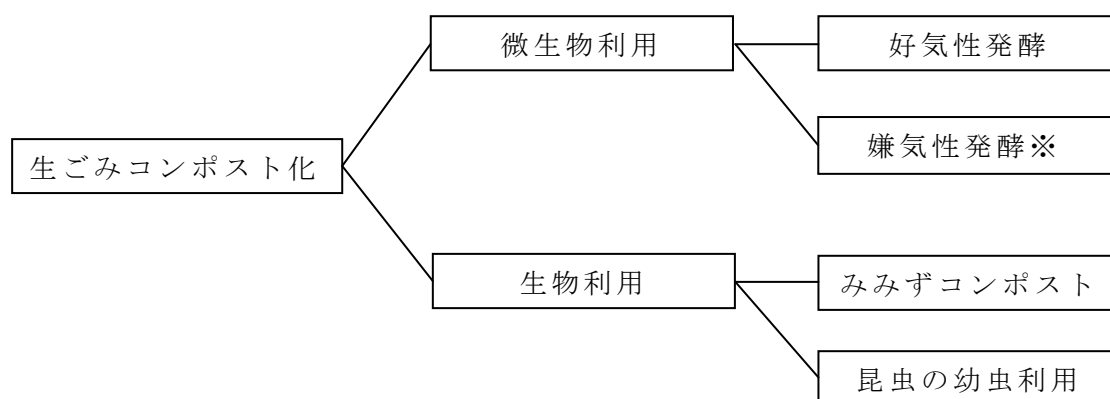
1.3 高倉式コンポストの概要

1.3.1 コンポストについて

「コンポスト」という言葉は比較的新しい外来語であり，国立国語研究所によると「その語を理解する人が国民の 4 人に 1 人に満たない段階」と評価し，外来語から日本語への言い換えとして，「たい肥，または生ゴミたい肥化装置」とすることを提案している³⁸⁾。また，藤原³⁹⁾はコンポストについて次のように述べている。“かつては，ワラ，落ち葉，野草などを堆積し分解させたものを「堆肥」，家畜ふん尿を主原料とするものを「きゅう肥」，農業系以外の有機廃棄物を堆積発酵したものを「コンポスト」，そして全てを総称した「有機物」と区別することもあった。しかし，現在は様々な有機質資材が原料として用いられていることから，これらを特に区別することなく「堆肥」と呼ぶことが適切である。”これらのことから『コンポスト＝堆肥』と捉えることが適切であると考ええる。

次に，コンポスト化(堆肥化)については，「廃棄物の有機成分を好気性条件下で微生物の働きにより発酵させること」⁴⁰⁾など，微生物による好気分解と説明されている。しかし，微生物以外にミミズ⁴¹⁾，イエバエの幼虫⁴²⁾及びミズアブの幼虫⁴³⁾を利用したコンポスト化が実用化または提案されていること及び，コンポストが持つ様々な特徴的効能「土壌の物理性の改善(団粒形成による排水性・通気性・保水性)，土壌の化学性の改善(養分供給・保持，有害物質・pH への緩衝能)，土壌の生物性の改善(土壌病害予防，有益菌の摂取効果)」^{44~48)}を加味すれば，その基本的な考え方は次のように表すことができるであろう。『コンポスト化とは，有機物が微生物による好気発酵や土壌動物による食餌利用を通じて，植物の成長に寄与する成分や土壌の団粒化が図られる等の土壌改良材に変換すること。』

そして，生ごみのコンポスト化には様々な方法が報告されており，大きくは図 1-1 のようにまとめることができる。



※二次処理として土や腐葉土などと混合して好気発酵後に使用する。もしくは二次処理せずに直接施肥する場合は土中で好気発酵させる⁴⁹⁾。

図 1-1 生ごみのコンポスト化手法

1.3.2 コンポスト化の歴史

人類は古くからコンポストを植物栽培に利用してきた歴史を持っている。しかし、そのコンポストは有機物が自然にコンポスト化した結果であったり、自然に倣った経験則を駆使してコンポスト化しただけであった。これをコンポスト化技術として系統的に取りまとめたのが、アルバート・ハワードである。1924 年(大正 13 年)から 1934 年(昭和 9 年)にインドのインドール地方でコンポストの研究に打ち込み開発した「インドール式堆肥化法」としてまとめられ、1940 年に出版された「農業聖典」に記している^{50,51)}。なお、このインドール式堆肥化法は、堆肥づくりの源流であり憲法ともいえると評されている⁵⁰⁾。

日本では 1920 年(大正 9 年)3 月神奈川県内務部から「堆肥のすゝめ」⁵²⁾という冊子が発行された。これは、現在からみても適切なものであると評価されており、この時すでに生ごみが堆肥材料として注目されていた。

「都会からたくさん出る所の厨芥類は堆肥の好材料であります。ところが、現今、多くの都会では、この厨芥の捨て場に困って、やむを得ず、埋め立て地に利用しているようなわけで、むざむざ貴重な肥料を地下に埋没している

のは、誠に遺憾至極であります。 故に、都市付近の農家は、適宜、組合を組織して、都会の塵芥を回収し、それをもって堆肥を製造するようにしたいものであります。」

生ごみのコンポスト化は今も昔も変わらないテーマである。

1.3.3 高倉式コンポストについて

高倉式コンポストとは、筆者が 2004 年～2006 年の間、インドネシア共和国スラバヤ市における国際技術協力活動を通じて確立した好気性発酵によるコンポスト化技術である^{53,54)}。発酵食品や腐葉土から採取した菌を利用して「発酵床」を作り、それに生ごみを混ぜることでスムーズなコンポスト化が可能となる。家庭レベルからコンポスト化施設までの様々な規模で展開することができ、インドネシアでは発酵床を容器に入れ使用する高倉式コンポストの「家庭用コンポスト化容器」が一般的である。生ごみは一日程度で形が無くなる。現地では、この容器をインドネシア語で「KERANJANG TAKAKURA(高倉の箱)」と呼んでいる。

当技術は、コンポスト化に必要な資機材は全て現地で調達する等、現地の状況に合わせえる柔軟性を持つ技術として確立したことから、東南アジアや中南米を中心に様々な国・地域で使用されている。

高倉式コンポストの特徴を以下示す⁵⁵⁾。

(1) 微生物について

コンポスト化は大きく 3 段階⁵⁶⁾に分けられ、段階に応じて微生物の変遷が生じる。バッチ式の場合は時間の経過とともに段階が変わりコンポスト化が進行するが、連続投入の場合はコンポスト化容器内でこの 3 段階が場所を変えて同時に進行する。そのため、必要な微生物を前もって取り揃えておくことで、段階に応じて必要とする微生物の出現を容易にする。また、コンポスト化は好気性発酵させるため、好気性微生物、通性嫌気性微生物を利用する。ただし、繊維質分解期では偏性嫌気性微生物も活動する。

① 第 1 段階(易分解性有機物分解期)：活動の中心は糸状菌、細菌

現地で容易に入手可能な発酵食品(インドネシアの場合テンペ^{†2}, タペ^{†3}, ヨーグルト等)を利用する。特に伝統的な発酵食品が良い。また, 発酵食品の入手が困難な場合は, 日本の浅漬け手法を応用して, 野菜表面や果物表面に付着する乳酸菌や酵母菌を採取する。

② 第2段階(繊維質分解期): 活動の中心は放線菌, 細菌

現地の森林等の腐葉土から採取する。

③ 第3段階(リグニン分解期): 活動の中心は担子菌

現地の森林等に生息するキノコを利用する。

(2) 基材について

コンポスト化の第1段階である易分解性有機物分解期を腐らせることなく, スムーズに発酵へ導き, 後段階へバトンタッチするために, 微生物を前培養した発酵床を作成する。このとき使用する培養基材も現地で容易に入手可能な物で整える。具体的な培養基材の考え方は次のとおりである。

・発酵床: もみがら, 麦がら, 腐葉土, 木くず, とうもろこしの芯・藁や草の裁断物等

・微生物培養用栄養源: 米ぬか, 麦ぬか, ふすま, とうもろこし粉等

(3) 家庭用コンポスト化容器について

各家庭で生ごみコンポスト化に取り組むことができるように家庭用コンポスト化容器を整える。これは現地で容易に入手可能な通気性のある容器

†2: テンペはインドネシアの伝統的な発酵食品であり, 煮た大豆をクモノスカビで発酵させたもの。発酵に関係する菌は, 主要菌は *Rhizopus oligosporus* とされているが, それ以外の糸状菌, 酵母, 細菌などと共に構成されている⁵⁷⁾。

†3: タペはインドネシアの伝統的な発酵食品であり, 蒸したキャッサバやもち米をアルコール発酵したもの。発酵に関係する菌は糖化力を有するカビ, 酵母, 細菌, それに糖化力を有さない酵母, 細菌(乳酸菌)が存在し複雑な菌叢を持つ⁵⁸⁾。

を使用して作る。洗濯カゴ、竹製カゴ、買い物カゴ等が使用できる。発酵床のこぼれや虫の侵入を防ぐために、内張りとして通気性のあるカーペットやダンボールを張る。（写真 1-3～1-5 に示す）



写真 1-3 家庭用コンポスト化容器の例

（インドネシア・スラバヤ市 洗濯カゴ(左)竹製お櫃(右)



写真 1-4 家庭用コンポスト化容器の例

（フィリピン・セブ市 洗濯カゴ）



写真 1-5 家庭用コンポスト化容器の例

(日本・北九州市 買い物カゴ)

(4) 分解時間と処理量について

コンポスト化に必要な微生物を取り揃えて培養した発酵床に生ごみを投入することでスムーズに発酵に導かれ、気温 25℃程度の暑い気候であれば、ご飯などの調理した炭水化物は 1 日で形がほとんど無くなるなどスピーディに処理できる。処理量は気候や生ごみの性状に左右されるが、発酵床 15 リットルに対し毎日 500～1,000g 程度の生ごみを連続処理することができる。コンポストのできあがりは処理した生ごみの 10～20%程度であり、かき混ぜにくくなってきたら増量した分量だけ取り出す。全量取り出さずに発酵床として必ず残す。取り出したコンポストは未熟と完熟とが混在しているため、追熟のうえ使用する。

(5) コストについて

特別な資機材を必要としておらず、現地で入手することができる安価な物から選定する。そして作業はすべて手作業でありエネルギーを必要としない。また、できたコンポストは容器から全量取り出すのではなく、必ず発酵床として残すことで、繰り返し使用することができる。

(6) シンプルさについて

発酵菌の採取，培養，発酵菌床の調整，生ごみを切る，好気発酵とするための攪拌，水分調整等コンポスト化に必要な作業は簡単であり，誰でも気軽に取り組むことができる。要は生ごみを小さくして発酵床に入れて混ぜるだけでコンポスト化は完了する。

(7) 技術的な容易さ

① C/N 比

コンポスト化に最適な C/N 比は 20～30 程度である⁵⁹⁾。分解対象とする有機物の炭素量が多くなると分解速度は遅くなり，窒素量が多くなるとアンモニアの揮散量が増えて悪臭の原因となったり，肥料成分としての窒素の損失を招いたりする。そのため，コンポスト化に当たっては副資材を混合して C/N 比を 20～30 に調整することとなる。生ごみをコンポスト化する場合，生ごみの多くは C/N 比が 20 以下に収まっており⁶⁰⁾，分解はスムーズである。一方，発酵床のもみがら等の基材自身については C/N 比が高く分解に時間を要する。例えば金澤は，下水汚泥コンポスト化時に副資材として添加したモミガラとコンポストに埋め込んだ濾紙セルロースについて，発酵期ではその崩壊が全く起こらず 23 日経過後から形態が変化し始め，経時的に崩壊大きくなる報告している⁶¹⁾。すなわち，コンポスト化容器に生ごみを連続投入し優先的に生ごみが分解され，基材の分解が遅いことでその形状が残り，空隙率が確保されて発酵床の通気性が良くなり，嫌気状態となることを抑制する効果が期待できる。

また，窒素分が多い傾向にあるが，微生物は発酵床の基材として使用するもみがら等の炭素分を利用するので，特に気を付ける必要はない。

② 水分

コンポスト化時に悪臭を発してしまう主な原因は，発酵床が水分過多により嫌気状態に陥ったことであり，コンポスト化に最適な水分 40～60%となるように管理する必要がある。良好な発酵を維持している発酵床の水分

は 50%程度であり，生ごみの多くは 80%以上であることから，発酵床 15 リットル(比重 0.5 で 7.5kg)に対し，生ごみの投入量を 500g～1,000g に抑えることで水分は 50～60%の範囲内に収まり，攪拌もしやすい。そして，通気性が確保されたコンポスト化容器を使用することは，好気性発酵のための酸素の供給だけでなく，生ごみから持ち込まれた水分と微生物が有機物の分解時に生成する水分が発酵熱とともに揮散しやすくなり，発酵床が水分過多となることを抑制する。

高倉式コンポストの通気性のある容器構造と発酵床の量に対する生ごみ投入量のバランスは，特に生ごみコンポスト化の取り組み経験が浅い方が陥りやすい失敗(水分過多による悪臭と浸出水の発生)を未然に防ぐように考えている。

③ pH

易分解性有機物が分解する発酵の第 1 段階では有機酸が生成し，この有機酸の蓄積は pH 低下を招き，微生物の生育を阻害する。次にたんぱく質の分解によりアンモニアが生成すると，コンポスト化物の pH が上昇する⁶²⁾。この二つを混合することで第 1 段階の pH 低下を抑制し発酵状態を改善することができる。コンポストセンターの現場でも，できたコンポストをリターンコンポストとして原料と混合することはよく行われている⁶³⁾。

コンポスト容器内では第 1 段階から第 3 段階までのコンポスト化の過程が同時並行で進行しており，混合攪拌することで極端な pH 低下を抑制することになる。

(8) 他のコンポスト技術との比較

高倉式コンポスト以外に，スラバヤ市で最も一般的な家庭用コンポスト化技術として，コンポスター(Composter)を挙げることができる。コンポスターは，容量約 100 リットル程度のプラスチック容器で底がなく，地中に 10cm 程度埋め込み設置する。容器内部には通気性を改善するために，穴を開け虫の侵入を防止する布を巻いた配管が組み込まれ，臭い対策として高

さ約 4m の臭突管が付属する。各世帯に 2 個ずつ設置し、毎日生ごみを投入する。高倉式コンポストとコンポスターの比較を表 1-4 に示す。

表 1-4 高倉式コンポストとコンポスターの比較

評価項目	高倉式コンポスト	スラバヤ市で一般的な「コンポスター」
微生物	コンポスト化に必要な微生物を発酵食品や腐葉土等から採取	生ごみや落ち葉に付着している微生物及び空気中を浮遊する微生物が成り行きで混入
基材(発酵床)	スムーズに発酵に導くために必要とする微生物を前培養	使用しない
通気性	容器が通気性を確保しており良好。発酵床の基材により空隙が確保されやすい	通気管を設置するが微量
発酵方法	主として好気発酵	通気が微量なため嫌気状態
攪拌	生ごみ投入時に攪拌することで、酸素の取込みにより好気発酵と均一な発酵を促す	特に攪拌をしないため、嫌気状態と分解に偏りが生じやすい
温度	発酵床温度は時には 50℃程度まで上がる	コンポスト内部は気温以下
分解速度	通気性と水分が良好であり速い。また、温度が上昇することで分解促進	緩慢
シンプルさ	生ごみを小さく切って混ぜるだけであり簡単	生ごみを容器に投入するだけであり簡単
コスト	資機材は全て現地で整えるので選択肢は広い。電気エネルギーは不要	指定された容器(システム)を使用。電気エネルギーは不要
容器	既製品だけでなく、通気性を有すればよく自作可能	製品として販売されている容器
設置場所	雨の当たらない任意の場所	庭などの屋外
C/N	基本的に C/N の調整は不要	基本的に C/N の調整は不要
水分	通気性のある容器を使用することで水分の蒸発を促すとともに生ごみ投入量を制限	容器は水分が蒸発する構造となっていないため、水分過多
pH	発酵初期の有機酸生成とアミノ酸・たんぱく質分解期のアンモニア生成が同時に起こり、発酵床を攪拌することで酸性化を抑制。また、通気性確保によりアンモニアの硝酸体化が促され、過度なアルカリ化を抑制	発酵初期の有機酸生成とアミノ酸・たんぱく質分解期のアンモニア生成が同時に起こるが、発酵床の攪拌が不十分なため酸性化の抑制は限られる
臭気	発酵臭と若干のアンモニア臭。好気発酵により悪臭原因物質は微生物が資化しやすくなり、悪臭の発生を抑制	プロピオン酸を主とする低級脂肪酸臭やアンモニア臭。窒素系や硫黄系の臭気が発生しやすい

高倉式コンポストは、既存技術のコンポスターが持つ課題を解決した技

術であり、以下が大きな相違点となる。

- ・ コンポスト化に必要とする微生物を前培養した発酵床を用意する。
- ・ 通気性が確実に確保できる容器構造とし攪拌することで、好気発酵へと導き、温度上昇、水分蒸発の促進、極端な pH 低下・上昇の抑制がなされることで分解が促進される。
- ・ また、微生物によるアンモニアの硝酸体化と悪臭成分の資化により、悪臭発生が抑制される。
- ・ 容器は既製品だけでなく自作することもできる。

(9) 名称について

既報告では高倉式コンポストを家庭用堆肥化容器¹²⁾、THM(Takakura Home Method)^{14,21,53)}、THM(TAKAKURA HOME METHOD)^{53,54,64)}、Takakura basket^{18,19)}、Takakura bin¹⁷⁾、THC(Takakura home composting)¹⁷⁾、THC(Takakura Home Composting)²⁰⁾と様々な名称が使用されている。この場を借りて「高倉式コンポスト(Takakura Composting Method)」と統一したい。

1.4 研究の目的

近年のインドネシアの経済成長は目覚ましく、一人当たりの GDP も 2006 年から 2014 年のわずか 8 年間に倍増しており³⁶⁾、インドネシアはかつての貧しい国から脱却しつつある。一般的に、経済規模の拡大により、廃棄物量も増大する傾向にある³⁷⁾が、スラバヤ市における 2012 年以降の高倉式コンポストの普及とその有効性に関するフォローアップの調査研究がない。そこで、本研究では、現地調査等を通じて、急激な経済成長の中で「高倉式コンポスト」の役割と廃物減量化の有効性並びに、当技術が普及した理由を明らかにすることを目的とした。そして、他の開発途上国や地域に高倉式コンポストを技術移転することで、廃棄物管理改善の一助となりえるか考察した。

参考文献

- 1) (独)国際協力機構 国際協力総合研修所：開発途上国廃棄物分野のキャパシティー・ディベロップメント支援のために－社会全体の廃棄物管理能力の向上をめざして－,p.7 (2005)
- 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部企画課循環型社会推進室：日本の廃棄物処理の歴史と現状 (2014), https://www.env.go.jp/recycle/circular/venous_industry/ja/history.pdf (2016 年 5 月 9 日アクセス)
- 3) 桜井国俊：開発途上国の都市廃棄物管理, 廃棄物学会誌, Vol.11, No.2, pp.142-151 (2000)
- 4) 小川人士, 中山裕文, 松藤敏彦, 吉田英樹, 吉田充夫：世界の埋立処分の現状と将来トレンドに関する研究, 廃棄物学会研究委員会廃棄物埋立処理処分研究部会小集会「循環型社会における埋立地のあり方を考える」(第 15 回廃棄物学会研究発表会・2004 年 11 月・高松) 講演論文集, pp.11-16 (2004)
- 5) アグスラチマト, ラトゥノサディナタ*間宮尚, 三浦一彦, : 処分場大崩壊の状況と今後 インドネシア・バンドン近郊ルイガジャ処分場 廃棄物学会誌, Vol.18, No.4, pp.237-242 (2007)
- 6) 47NEWS 共同ニュース：ナポリでまたごみ問題処理場不足 2 千トン路上に, <http://www.47news.jp/CN/201104/CN2011040901000063.html> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 7) インドネシア共和国 3R 及び廃棄物適正管理のためのキャパシティーディベロップメント支援プロジェクト詳細計画策定調査報告書 平成 25 年 6 月独立行政法人国際協力機構地球環境部, http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12128864.pdf (2016 年 5 月 9 日アクセス)
- 8) 北九州市スラバヤ市廃棄物減量化・リサイクル促進に関する調査最終報告書 2003, pp.25-26(未発表)
- 9) 平成 26 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務インドネシア国ス

- ラバヤ市における都市ごみの廃棄物発電事業報告書 平成 27 年 3 月日立造船株式会社,http://www.env.go.jp/recycle/circul/venous_industry/pdf/env/h26/13_1.pdf (2016 年 5 月 9 日アクセス)
- 10) スラバヤ市廃棄物処理計画調査最終報告書要約 1993 年 5 月 株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル, 株式会社エックス都市研究所,http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/11090115_01.pdf (2016 年 5 月 9 日アクセス)
- 11) 一般財団法人自治体国際化協会市民国際プラザ：自治体の国際協力, <http://www.plaza-clair.jp/result.html?q=%E3%82%A2%E3%82%B8%E3%82%A2%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%8D%94%E5%8A%9B%E9%83%BD%E5%B8%82%E3%83%8D%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%82%AF> (2016 年 5 月 9 日アクセス)
- 12) 前田利蔵：堆肥化の推進と住民参加によるごみ削減スラバヤ市の廃棄物管理モデル分析, 財団法人地球環境戦略研究機関(IGES) ポリシー・ブリーフ 第 9 号(2010), http://pub.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/2780/attach/pb9_j.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 13) D.G.J. Premakumara. : インドネシア・スラバヤ市における生ごみ堆肥化事業とアジアへの普及・拡大に対する支援, 財団法人地球環境戦略研究機関 (IGES) 北九州アーバンセンター報告資料 (2012), <http://pub.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/3597/attach/Surabaya%5BJapanese%5D.pdf> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 14) M. T. Akino, M. Yoshida, S. Harashina : Surabaya's Context of Community Involvement in Solid Waste Management, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol. 21, P1-FA-6 (2010)
- 15) Chair's Summary of the Fifth Regional 3R Forum in Asia and the Pacific, 25-27 February 2014 Surabaya Indonesia, pp.13 (2014), http://www.uncrd.or.jp/content/documents/13175-3R_Chair-Summary.

- pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 16) アキノ タヒル,吉田充夫,原科幸彦:インドネシア国スラバヤにおけるコミュニティ・ベース廃棄物管理の分析－導入と拡大の成功要因,環境情報科学論文集 25,pp.131-136(2011)
- 17) T. A. Kurniawan, J. P. de Oliveira, D.G.J. Premakumara, M.Na gaishi : City-to-city Level Cooperation for Generating Urban Co-benefits: the Case of Technological Cooperation in the Waste Sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan),Journal of Cleaner Production, Vol.58, pp.43-50 (2013)
- 18) CITYNET : City Voices, Spring(2013), Vol.2, No.01, pp.6-7(2013), http://citynet-ap.org/wp-content/uploads/2013/07/CityVoices_Spring-web.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 19) C. Hennida : Social Green as a Strategy to Design Sustainable City in Developing Countries A case study of Surabaya, The Asian Conference on Sustainability, Energy & the Environment 2013, Official Conference Proceedings, pp724-737(2013) , http://www.iafor.org/offprints/acsee2013-offprints/ACSEE_Offprint_0428.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 20) J. A. P. de Oliveira, C. N. H. Doll, A. Suwa : Urban Development with Climate Co-Benefits: Aligning Climate, Environmental and Other Development Goals in Cities, UNU-IAS Policy Report 2013, pp33-34 (2013) , http://archive.ias.unu.edu/resource_centre/urban_development_with_climate_cobenefits-e.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 21) A. H. Pratono¹, B. Suwarso : Community-Based Water Environmental Governance: A Community Movement in Surabaya City. Third Water Environment Partnership in Asia (WEPA) International Forum on Water Environmental Governance in Asia October 23-24,

- 2008, Malaysia, <http://www.wepa-db.net/pdf/0810forum/paper30.pdf>
(2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 22) USAID : HEALTH AND HYGIENE PROMOTION Best Practices and Lessons Learned Environmental Services Program, pp.24 (2009), <http://www.slideshare.net/SekberStbm/health-and-hygiene-promotion-best-practices-and-lessons-learned> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 23) M. Bobeck : Organic Household Waste in Developing Countries A n overview of environmental and health consequences, and appropriate decentralised technologies and strategies for sustainable management. Mid Sweden University Department of engineering and sustainable development, pp12-17 (2010) , <http://miun.diva-portal.org/smash/get/diva2:321886/FULLTEXT01>(2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 24) R. M. Sandora, Kswanto, A. G. Ahmad, S. wulandari, A. Ahmed, S. B. Nugroho : ENLARGEMENT AND SUSTAINABILITY OF MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOSTING IN MEGACITY –A CASE STUDY FOR SURABAYA CITY, Journal of International Development and Cooperation Vol.18, No.2, pp.7-17(2011) , http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/metadb/up/kiyo/AN10482914/JIDC_18-2_7.pdf(2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 25) C. G. Ng, S. Yusoff : Assessment of GHG emission reduction potential from food and yard waste management, Higher Educational Institution in Malaysia (2014) , http://umexpert.um.edu.my/file/publication/00003157_100746.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 26) T. Bunnell, M. A. Miller, N. A. Phelps, J. Taylor : Urban Development in a Decentralized Indonesia : Two Success Stories? , Forthcoming in Pacific Affairs 86(4) (2013) , <http://profile.nus.edu.sg/fass/geotgb/bunnell%20et%20al%20prepublication.pdf> (2015 年 3 月 10 日

アクセス)

- 27) A. Tahir, S. Harashina, M. Yoshida: Community Involvement in Solid Waste Management in Indonesia. Proceedings of 2011 World Congress of International Solid Waste Association (ISWA), October 17-20, 2011, EXCO Daegu, Korea (2011) , <http://www.geocities.jp/epcowmjp/papers/Tahir2011-ISWA.pdf> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 28) UNEP : Global Outlook on SCP Policies: Asia-Pacific. Chapter 5 of 9 from the Global Outlook on SCP Policies report, pp.12(2012) , <http://www.unep.org/resourceefficiency/Portals/24147/scp/go/pdf/Global%20Outlook%20on%20SCP%20Policies%20Asia%20Pacific%20chapter.pdf> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 29) W. Some, W. Hafidz, G. Sauter : Renovation not relocation: the work of Paguyuban Warga Strenkali (PWS) in Indonesia. Environment & Urbanization, Vol 21(2): pp.463–475(2009) , <http://eau.sagepub.com/content/21/2/463.full.pdf> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 30) UCLG : Surabaya, Indonesia: Green and clean initiative(2011) , http://www.uclg-cisdp.org/sites/default/files/Surabaya_2010_en_final.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 31) O. C. Dewi, M. Firdayati, I. Koerner, R. Otterpohl : The “Green Palisade” Concept: a scenario of waste and wastewater as resources city. REAL CORP 2010: CITIES FOR EVERYONE. Liveable, Healthy, Prosperous, pp. 711-720 (2010) , http://www.corp.at/archive/CORP2010_126.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 32) United Nations Environment Programme (UNEP) : Soil - the forgotten element. TUNZA, Vol 9. No 2. 2011, pp.7(2009) , www.unep.org/pdf/Tunza_9.2_Eng.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 33) みどり産業株式会社・株式会社 NTT データ経営研究所共同企業体：平

- 成 25 年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費「案件化調査」ファイナル・レポート インドネシア共和国 バリ島デンパサール市における，バイオガス・堆肥化による有機ごみ処理案件化調査，pp.34-35. pp.51-56（2014），http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/kanmin/chusho_h25/pdfs/5a11-1.pdf（2015 年 3 月 10 日アクセス）
- 34) 田村えり子,Dickella Gamaralalage Jagath Premakumara, 廣畑和祥：生ごみコンポスト事業に関するアジア都市間ネットワーク化支援.廃棄物資源循環学会研究発表会 Vol. 22 A8-6（2011）
- 35) G. H. Yung, M. H. Ibrahim : Local Knowledge In Waste Management : Study Of Takakura Home Method. Journal of Environmental Science, Computer science and Engineering & Technology. June-August-2013; Vol.2.No3, pp 528-533（2013）
- 36) 日本貿易振興機構：ジェトロ インドネシア 基礎的経済指標，http://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/country/idn/stat_01/at_download/file/Indonesia_stat20151015.xls（2015 年 3 月 10 日アクセス）
- 37) 田中 勝：「世界の廃棄物発生量の推定と将来予測に関する研究」（2004 年）のデータ更新について(2011)，<http://www.riswme.co.jp/cgi-image/news/14/file1.pdf>（2015 年 3 月 10 日アクセス）
- 38) 国立国語研究所「外来語」委員会：「外来語」言い換え提案一分かりにくい外来語を分かりやすくするための言葉遣いの工夫―第 1 回～第 4 回総集編,p68（2006），http://pj.ninjal.ac.jp/gairaigo/Teian1_4/iikae_teian1_4.pdf（2016 年 3 月 10 日アクセス）
- 39) 藤原俊六郎：堆肥のつくり方・使い方,農山漁村文化協会 pp.12-13（2003）
- 40) 独立行政法人国際協力機構 国際協力総合研修所：開発途上国廃棄物分野のキャパシティ・ディベロップメント支援のために―社会全体の廃棄物管理能力の向上をめざして―,p.92（2005）

- 41) 松本貞義,川下好則,松本誠治：資源循環型社会をめざしたミミズの利用
－国際会議の報告と日本の現状－, 環境技術, Vol.30,No.4,pp.64-69 (2001)
- 42) 大島亮,佐伯雄一,土屋健一,赤尾勝一郎：豚ふん由来ズーコンポストの抗菌性について, 宮崎大学農学部研究報告, 53(1/2): pp.85-91 (2007)
- 43) 農山漁村文化協会編：最新農業技術 土壌施肥 Vol.1,農山漁村文化協会, pp.126-132 (2009)
- 44) 藤原俊六郎：堆肥のつくり方・使い方,農山漁村文化協会 pp.24-32(2003)
- 45) 松崎敏英：土と堆肥と有機物,家の光協会 pp.35-37(1992)
- 46) デボラ・L・マーチン,グレイス・ガーシャニー,岩田進午監訳,佐原みどり訳：家庭でできる堆肥づくり百科,家の光協会 pp.28-44(2004)
- 47) 日本有機農業研究会編：基礎講座 有機農業の技術, 日本有機農業研究会 pp.22(2007)
- 48) 青山正和：土壌団粒－形成・崩壊のドラマと有機物利用（自然と科学技術シリーズ）, 農山漁村文化協会 pp.158(2010)
- 49) 藤原俊六郎監修,農文協編：家庭でつくる生ごみ堆肥,農山漁村文化協会 pp.91,95(1999)
- 50) 松崎敏英：土と堆肥と有機物,家の光協会,pp.41-47(1992)
- 51) デボラ・L・マーチン,グレイス・ガーシャニー,岩田進午監訳,佐原みどり訳：家庭でできる堆肥づくり百科,家の光協会,pp.182-184(2004)
- 52) 大正時代の堆肥のつくりかた ー神奈川県「堆肥のすすめ」よりー, <http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f450009/p581306.html> ((2016年3月10日アクセス)
- 53) 財団法人北九州国際技術協力協会：平成18年度インドネシア国スラバヤ市における分別収集・堆肥化による廃棄物減量化・リサイクル促進事業報告書(独立行政法人環境再生保全機構地球環境基金助成事業)(2007), [http://kitakyushu.iges.or.jp/publication/KITA-report\(Jpn\).pdf](http://kitakyushu.iges.or.jp/publication/KITA-report(Jpn).pdf) (2015年3月10日アクセス)

- 54) 高倉弘二：開発途上国における生ごみ堆肥化技術の普及－地域技術として自立的に発展，環境研究(151),pp.16～24(2008)
- 55) 高倉弘二,八百屋さやか：生ごみコンポスト化技術「高倉メソッド」について,日本環境学会第38回研究発表会予稿集,pp.160-163 (2012)
- 56) 藤原俊六郎：堆肥のつくり方・使い方,農山漁村文化協会,p.46(2003)
- 57) スプリアント,早川功,藤尾雄策：大豆テンペの香りプロフィルの発酵時間による変化，九大農学芸誌 第46巻第1・2号,pp.9-15 (1991)
- 58) J.K.D.Saono,細野明義,友松篤信,加藤清昭,松山晃：インドネシアにおけるラギとその発酵食品への利用，日本食品工業学会誌 第29巻 第11号，pp.685～692 (1982)
- 59) 藤原俊六郎：堆肥のつくり方・使い方,農山漁村文化協会,pp.48-50 (2003)
- 60) 藤原俊六郎：堆肥のつくり方・使い方,農山漁村文化協会,pp.132-134 (2003)
- 61) 金沢晋二郎：コンポスト腐熟過程における有機物の変化ならびにその評価，水質汚濁研究 vol9No.5,pp10-17 (1986)
- 62) 中崎清彦,渡辺淳,末原憲一郎,久保田宏：種菌がコンポスト化速度に与える影響の評価,廃棄物学会論文誌 vol3,No.4,pp78-85 (1992)
- 63) 藤田賢二：コンポスト化处理,廃棄物学会誌 vol5,No.3,pp243-254 (1994)
- 64) Widyawati,SE: TAKAKURA HOME METHOD Metode Pengelolaan Sampah Skala Rumah Tangga, <http://www.surabaya.go.id/pdf/pkk/Metode%20Pembuatan%20Kompos%20Rumah%20Tangga.pdf> (2015年3月10日アクセス)

第 2 章 研究の方法

スラバヤ市を訪れ廃棄物管理に係る関係者へのインタビュー又はアンケート調査により情報を得た。また、現地の関係者に E-mail による追加調査を実施した。

調査日時：2014 年 10 月 13 日～2014 年 10 月 17 日

追加調査日：2015 年 8 月 26 日～2015 年 9 月 24 日

2.1 聞き取り調査

2.1.1 聞き取り対象者の抽出方法

廃棄物管理，SGC キャンペーンの実施・拡大及び高倉式コンポストの普及は相互に影響を与えていることから，以下の関係者を聞き取り対象者とした。また，聞き取りを進めていくなかで紹介を受ける等補完的に実施した対象者もある。

- (1) 美化・公園局(DKP)：廃棄物管理と公園の整備・管理を担当し，SGC キャンペーンと MDS キャンペーンの実施及び高倉式コンポストの普及の主体となるキー部局である。(現地・追加調査実施)
- (2) NGO PUSUDAKOTA：スラバヤ市に拠点を置く NGO であり 2004 年～2006 年の間，高倉式コンポストの開発に携わり，インドネシアでの高倉式コンポストの特許を有する。現在は高倉式コンポストの製作・技術指導を担っている。(現地調査実施)
- (3) Jawa Pos：SGC キャンペーンをスラバヤ市と協働で推進する新聞社であり，廃棄物施策の市民等への周知やキャンペーン継続のモチベーション維持にも深く係わる。(現地調査実施)
- (4) 環境モチベーター：SGC キャンペーンスタート時はユニリーバ財団が関係する NGO に所属し，当財団が有するキャンペーン推進ノウハウ等をスラバヤ市に提供・指導していた。また，環境ファシリテーターや地域環境リーダーの育成に係るなど住民への環境意識啓発にも深く係わる。

住民からは環境を良く知っている人として理解されている。(現地調査実施)

- (5) Jambangan 地区の主婦：SGC キャンペーンのモデルコミュニティであり、コンポスターという既存のコンポスト化容器と高倉式コンポストを使用して、2001 年から生ごみコンポスト化に取り組んでいる。当コミュニティの取り組みスタイルがモデルとなり、SGC キャンペーンが各コミュニティへと波及した。(現地調査実施)
- (6) SMPK SANTO STANISLAUS：エコスクールを実施している中学校である。美化・公園局へのインタビューからエコスクールの取り組みを知り、補完的に実施した。(現地調査実施)
- (7) Gundhi 地区元 RT 長（現 Abubutan 区在住）：RT 長時に強いリーダーシップを発揮し SGC キャンペーンで何回も好成績を収めた。NGO へのインタビュー実施時に知り、コミュニティリーダーの立場として補完的に実施した。(現地調査実施)
- (8) 環境ファシリテーター及び地域環境リーダー(地域環境リーダー等)：地域環境リーダー等は担当地区のコミュニティの環境・衛生について住民へ啓発・指導し、高倉式コンポストの普及・指導及びフォローアップも担う。活動はスラバヤ市を東・西・南・北・中央の 5 エリアに区分して管理している。東部エリアから環境ファシリテーター1 名と地域環境リーダー1 名、南部エリアから環境ファシリテーター1 名と地域環境リーダー1 名、中央エリアから環境ファシリテーター1 名の計 5 名に対してインタビューした。(追加調査実施)

2.1.2 聞き取り方法

現地調査時は、関係者に事前にアポイントメントを取り、先方の事務所等を訪問し、日本語・インドネシア語の通訳を介してインタビューを実施した。バイアスを与えない程度に研究の目的を説明し、自発的な回答を得ることとした。一問一答型にはならないように相手の回答からふくらませて質問する

とともに、対象者が伝えたい内容については十分に聞き取るようにした。

追加調査は E-mail を活用して、現地に在住する美化・公園局とも繋がりのある日本人を通じ、日本語・インドネシア語にて実施した。

2.1.3 聞き取り内容の構成

スラバヤ市は 2001 年から家庭での生ごみコンポスト化の取り組みを推進し、様々なコンポスト化手法があるなかで高倉式コンポストが普及している。ここでは、高倉式コンポストに係わる方々へのインタビューを通じて関連情報を取得し分析することで、高倉式コンポストの廃棄物削減に対する役割と有効性並びに、当技術が普及した理由を明らかにすることを目的としている。インタビューの内容は、それぞれが捉える高倉式コンポストの普及理由を中心に、高倉式コンポストと深い係わりがある SGC キャンペーン等のキャンペーンの推進、高倉式コンポストに取り組んだ効果等、それぞれの対象者に応じた内容とした。

インタビュー内容を以下に示す。

(1) 美化・公園局：

- ① コミュニティ組織について
- ② 高倉式コンポストに係わるキャンペーンの概要：SGC キャンペーン及び MDS キャンペーン
- ③ 高倉式コンポストの普及理由
- ④ 高倉式コンポストの廃棄物施策への貢献・効果
- ⑤ その他のコンポスト化の取り組みについて
- ⑥ データの提供依頼：SGC キャンペーン等の参加数，地域環境リーダー及び環境ファシリテーター数，高倉式コンポストの無料配布数，スラバヤ市のブノオ(Benow)埋立処分場廃棄物搬入量・人口・GRP の推移

(2) NGO PUSUDAKOTA：

- ① 高倉式コンポストの普及理由
- ② SGC キャンペーンの推進について

③ 高倉式コンポストの製作について(高倉式コンポストの patente を有していることから質問)

④ 環境モチベーターの役割

⑤ 今後の課題

(3) Jawa Pos :

① 高倉式コンポストの普及理由

(4) スラバヤ市環境モチベーター :

① 高倉式コンポストの普及理由

② SGC キャンペーンの推進について

③ 今後の課題

(5) Jambangan 地区の主婦 :

① 高倉式コンポストの普及理由

② 高倉式コンポストの効果

(6) SMPK SANTO STANISLAUS(中学校) :

① 中学校で高倉式コンポストに取り組む意味・効果

② 高倉式コンポストの入手方法

(7) Gundhi 地区元 RT 長 :

① 高倉式コンポストの普及理由

② 高倉式コンポストの効果

(8) 地域環境リーダー等 :

① SGC キャンペーンへの取り組み

② コミュニティの環境・衛生改善

2.2 アンケート調査

2.2.1 アンケート対象者の抽出方法

アンケート実施に当たっては下記を考慮し、美化・公園局から紹介を受けたコミュニティから選定した。

- ・ SGC キャンペーン参加年度・経過年数及び、生ごみコンポスト化の取り組み期間等によって偏りが生じないように、生ごみコンポスト化に取り組む期間が「長期」「比較的経験が浅い」「その中間」となるコミュニティをそれぞれ 1 ヶ所ずつの計 3 ヶ所とする。
- ・ 質問事項を丁寧に説明するため、アンケート対象者をコミュニティ集会所に集める。

そして、次の 3 ヶ所のコミュニティからアンケート調査を実施した。

- ① Jambangan 地区：2001 年の SGC キャンペーンモデル事業から参加し、生ごみコンポスト化取り組み期間 14 年 7 名
- ② Rungkut Lor 地区：2008 年から SGC キャンペーンに参加し、生ごみコンポスト化取り組み期間 7 年 21 名
- ③ Gunungsari 地区：2012 年から SGC キャンペーンに参加し、生ごみコンポスト化取り組み期間 3 年 17 名

2.2.2 アンケート方法

質問内容の読み違いや回答の偏りが生じないように、アンケート対象者をコミュニティ集会所に集め、日本語・インドネシア語の通訳を介して質問事項を丁寧に説明し、自分の考えをその場で記入するようお願いした。写真 2-1 にコミュニティの主婦を対象とするアンケート調査の様子を示す。

2.2.3 アンケートの構成

ここでは、高倉式コンポストを実際に使用している主婦のアンケート調査をもとに関連情報を取得し分析することで、廃棄物削減に対する役割と有効性並びに、当技術が普及した理由を明らかにすることを目的としている。まず、回答者にコンポスト化に取り組む一般的な質問をし、次に高倉式コンポストに対する所感を考える質問とした。

アンケートの内容を以下に示す。

(1) コミュニティでのコンポスト化の基本的な情報

- ① コンポスト化を始めた理由(複数回答)：コミュニティのキャンペーン参

加により住民はコンポスト化を始めたが、その理由を知る。

選択項目：「コミュニティで決めた」「容器の配布があった」「生ごみの捨て場に困った」「環境にやさしい」「堆肥が売れる」「その他」

- ② コンポスト化するごみの種類(複数回答)：コンポスト化の対象となる有機ごみの種類を知る。

選択項目：「生ごみ、食べ残し」「庭からでるごみ」「その他」

- ③ 一日の生ごみの処理量：コンポスト化する生ごみの処理量を知る。

選択項目：「0.25kg」「0.5kg」「0.75kg」「1.0kg」「1.5kg」「1.75kg」「2.0kg」

- ④ 生ごみの処理割合：家庭の生ごみのうちコンポスト化する割合を知る。

選択項目：「全部」「半分以上」「半分程度」「半分以下」

(2) 家庭で取組むコンポスト化の情報

- ① 使用しているコンポスト化の方法(複数回答)：スラバヤ市には複数の家庭用コンポスト化技術があり、住民が選択した技術を知る。

選択項目：「高倉式コンポスト」「コンポスター」「その他容器」「庭に埋める」「野積み」「その他」

- ② コンポスト化の経験年数：経験年数の割合から継続性を考える参考とする。

選択項目：「1年～11年の1年刻み」

- ③ コンポスト化容器の入手先(複数回答)：コンポスト化容器は複数の入手先があり、その割合を知る。

選択項目：「コミュニティ」「市役所」「NGO」「企業」「その他」

- ④ コンポスト化容器の価格(複数回答)：コンポスト化容器の入手方法として無料配布または購入があり、入手方法を知る。

選択項目：「無料」「Rp50,000」「Rp75,000」「Rp100,000」

(3) コンポスト化の取扱いに関する情報

- ① コンポスト化技術の指導を受けた先(複数回答)：指導体制を知る。

選択項目：「普及員(地域環境リーダー・環境ファシリテーター)」「コミュ

ニティ(住民同士)」「市役所(行政 美化・公園局)」「NGO」「企業」「その他」

- ② 高倉式コンポストの取り扱いについて(複数回答)：高倉式コンポストの使用感を知り，それが普及した要因を考える参考とする。

選択項目：「簡単」「難しい」「面倒(生ごみを小さく切る)」「面倒(かき混ぜる)」「面倒(その他)」「その他」

- ③ 虫の発生について：コンポスト化の代表的なトラブルとして挙げられる虫の発生について知る。

選択項目：「虫は発生しない」「虫は気にならない」「虫を何とかしたい」「その他」

- ④ できたコンポストの使用方法(複数回答)：できたコンポストの活用方法について知る。

選択項目：「自宅で使用」「販売」「その他」

(4) コンポスト化に取り組んだ実感に関する情報

- ① コンポスト化に取り組んで変わったこと(複数回答)：高倉式コンポストから得られた効果を知り，それが普及した要因を考える参考とする。

選択項目：「ごみが少なくなった」「悪臭がなくなった」「衛生環境が良くなった」「堆肥で自宅の緑が増えた」「収入になった」「その他」

- ② 高倉式コンポストを使用した満足度：高倉式コンポストの普及要因を考える参考とする。

選択項目：「大満足」「満足」「まあまあ」「不満足」

- ③ 今後のコンポスト化の継続性：高倉式コンポストの普及要因を考える参考とする。

選択項目：「続けたい」「止める」「どちらともいえない」

- ④ 高倉式コンポストを他の人に勧めたいか：高倉式コンポストの普及要因を考える参考とする。

選択項目：「勧めたい」「勧めるつもりはない」「どちらともいえない」「そ

の他」



写真 2-1 アンケート調査の様子

第 3 章 現地調査の結果

3.1 聞き取り調査の結果

3.1.1 美化・公園局

以下、美化・公園局における聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。

(1) スラバヤ市のコミュニティ組織

- ・ 複数の世帯が集まって RT を形成し、さらに複数の RT が集まって RW を形成する。
- ・ 複数の RW が集まって Kelurahan(町)を形成し、さらに複数の Kelurahan が集まって Kecamatan(郡)を形成する。
- ・ RT と RW は住民自治会と位置づけ、Kelurahan と Kecamatan は行政組織となる。
- ・ 2014 年時点で 9,271RT, 1,405RW, 154Kelurahan, 31Kecamatan から構成されている。

(2) SGC キャンペーン及び MDS キャンペーンの概要

スラバヤ市は様々なキャンペーンの実施を通じて都市美化やコミュニティの環境・衛生改善を推進しており、ごみ削減に効果を発揮したキャンペーンに SGC キャンペーンと MDS キャンペーンがある。SGC キャンペーン等は RT 単位で参加し、高倉式コンポストを使用する家庭生ごみのコンポスト化を推進している。

① SGC キャンペーン

- ・ MDS キャンペーンの上位プログラムであり、2005 年から実施している。
- ・ Pemula(初心者), Berkembang(発展中), Maju(先進的), Jawara(Maju 歴代 1 位入賞)の 4 ランクに分かれる。
- ・ 2007 年までは RW 単位での参加であったが、2008 年からは RT 単位に変更された。
- ・ 2014 年のキャンペーンでは、参加したコミュニティは 1 次審査により

500 ヶ所，2 次審査により 200 ヶ所に絞り込まれ，3 次審査を経て入賞が決まる。この時 2 次審査通過コミュニティ全てに賞金 Rp1,000,000 が授与された。

- ・ 2014 年のキャンペーンでは Pemula (初心者)入賞 31RT，Berkembang (発展中)入賞 49RT，Maju (先進的)入賞 49RT，Jawara (チャンピオン)1RT であった。他にキャンペーン全体として特別賞 20RT，優秀者 5 名もある。それぞれに賞金及び賞状が授与され，マスコミでも取り上げ社会的な地位が付与される。
- ・ 成績優秀なコミュニティは，国内外のスラバヤ市への来客者の訪問先として指定する。

聞き取り内容に既報告³⁰⁾の内容を加えて表 3-1 を作成した。

表 3-1 SGC キャンペーンの概要

キャンペーンの ランク	入賞						市長 賞	ロード ショウ 賞	英雄 賞	参加回数の制限
	1 位	部門賞								
		花	総合	チームワーク	アイデア	排水				
Pemula (初心者)	1RT	6RT	10RT	6RT	8RT	—	5RT	1位5RT 2位5RT 3位5RT	5 名	入賞するまでは制限なし。入賞すると上位ランクへ
Berkembang (発展中)	1RT	10RT	10RT	10RT	10RT	8RT				1 位になるまで制限なし
Maju (先進的)	1RT	10RT	10RT	10RT	10RT	8RT				
Jawara (チャンピオン)	1RT	—	—	—	—	—				制限なし

- ・ 取り組み内容：「廃棄物管理(分別・適正処理・コンポスト化・排出量把握)」「リサイクル(資源ごみ回収・販売，小間物制作・販売)」「清潔(通りや側溝の衛生)」「植栽・緑化」「トイレ・バスルームの管理(衛生・デング熱防止)」
- ・ 備考：Pemula～Maju までの参加ランクは任意に選択できるが，次回以降は下位ランクでの参加は不可。Jawara は Maju での 1 位経験 RT だけが参加可能

② MDS キャンペーン

- ・ SGC キャンペーンでは取り組み項目が多く，参加することができるコミュニティが限られてきたため，より多くのコミュニティの参加を促す

ために、簡素化した初心者向けプログラムとして用意され 2007 年から実施している。

- ・ 取り組み内容は「チームワーク（積極性、取組内容、管理・把握）」「リサイクル(資源ごみ回収・販売、小間物制作・販売)」「植栽・緑化」「清潔（通りや側溝の衛生）」である。
- ・ 2014 年のキャンペーンでは、参加したコミュニティは 1 次審査により 250 ヶ所に絞られ、2 次審査を経て入賞が決まる。この時 1 次審査通過コミュニティ全てに賞金 Rp50,000 が授与された。
- ・ 2014 年のキャンペーンでは、入賞 38RT と優秀者 5 名が選定され、賞金及び賞状が授与され、マスコミでも取り上げ社会的な地位が付与された。

聞き取り内容から表 3-2 を作成した。

表 3-2 MDS キャンペーンの概要

	入賞					市長 賞	英 雄 賞	参加回数の制限
	1 位	部 門 賞						
		緑 化	衛 生	チームワーク	ごみ分別			
MDS キャンペーン	1RT	8RT	8RT	8RT	8RT	5RT	5 名	入賞するまでは制限なし。 入賞すると上位プログラム SGC へ

- ・ 取り組み内容：「チームワーク（積極性、取組内容、管理・把握）」「リサイクル(資源ごみ回収・販売、小間物制作・販売)」「植栽・緑化」「清潔（通りや側溝の衛生）」
- ・ 備考：1 位入賞は次回以降 MDS キャンペーンには参加できず、SGC キャンペーンの Berkembang 部門又は Maju 部門へ参加する。部門賞も次回以降 MDS キャンペーンに参加できず、SGC キャンペーンの Pemula 部門、Berkembang 部門又は Maju 部門へ参加

(3) 高倉式コンポストの普及理由

- ・ 高倉式コンポストは「取り扱いが簡単」「直ぐに生ごみが処理できて便利」「コンパクトなので家の中など置き場所を選ばない」ので、家庭での生ごみコンポスト化技術として推奨している。

- ・ スラバヤ市は強いリーダーシップを発揮して SGC キャンペーンなどの 3R プログラムを実施しており，このプログラムの中心にコンポストを位置付け，高倉式コンポストの使用を推奨している。
- ・ 高倉式コンポストを含むコミュニティの環境・衛生整備に必要な資機材は，RW からの申請にもとづき精査後に提供する。
- ・ スラバヤ市開発計画局 (BAPPEKO) が中心となり，2012 年から「Musrenbang」がスタートした。これは申請を簡易化した行政サービス提供プログラムであり，コミュニティ整備に係わる全ての分野を含む。毎年 1～3 月に住民の申請を募り，その後関係局が協議を行いその結果に基づいて翌年予算措置を講ずる仕組みである。このプログラムでも高倉式コンポストが無料配布され，更に住民による環境・衛生整備が推進されている。

(4) 高倉式コンポストの廃棄物施策への貢献・効果

- ・ 大規模なコンポストセンターを設置しても廃棄物問題は解決しない。市民のごみに対する意識が高まらなないと意味がない。高倉式コンポストの導入で市民の意識大きく向上している。
- ・ 確実に埋立処分量は削減している。
- ・ 清潔で緑溢れる都市となった。

(5) 地域環境リーダーと環境ファシリテーター(地域環境リーダー等)について

- ・ 地域環境リーダーは RT の推薦により住民から選出され，その RT 内で活動する。
- ・ 市内 9,271RT に対し 29,000 名の地域環境リーダーが任命されており，RT からは複数名選出されている。
- ・ 環境ファシリテーターは地域環境リーダーから選出され，市内を 5 エリアに分け，東部エリア 86 名，西部エリア 84 名，南部エリア 86 名，北部エリア 54 名，中央エリア 84 名の計 394 名が配置されている。
- ・ 環境ファシリテーターは，Kelurahan ごとに複数名配置され，

Kelurahan 環境ファシリテーターとして複数の RW を管理する。

- ・ Kecamatan 環境ファシリテーターは Kelurahan 環境ファシリテーターから選出され、複数の Kelurahan を管理する。
- ・ エリア環境ファシリテーターは Kecamatan 環境ファシリテーターから選出され、複数の Kecamatan を管理する。
- ・ 地域環境リーダーからエリア環境ファシリテーターへとステップアップする制度となっている。

(6) コンポスト化の取り組みについて

- ・ 高倉式コンポストによる生ごみの減量効果が確認できたので、この技術を主に公園・街路樹等の落ち葉や剪定枝を対象とするコンポストセンターへも導入し、2004 年 2 ヶ所(NGO1 ヶ所含む)から 2014 年 23 ヶ所(総能力 147m³/日以上)に拡充した。これでも市内緑化に使用するコンポスト量は不足しており、全ての Kecamatan に同様のコンポストセンターが 1 つ以上あるように拡充する計画がある。
- ・ さらに、北九州市との協力で処理能力 20t/日の大規模コンポストセンターを設置し、野菜市場の生ごみを対象に試験運用中である。将来はこれを拡大し 150t/日の生ごみ類を受け入れる予定である。
- ・ 北九州市から支援を受け廃棄物中継所にスーパーデポを建設した。ここでは未分別の家庭ごみを搬入し、ベルトコンベア式の選別ラインで資源ごみを回収する資源ごみ分別回収センターとして機能する。残渣物のほとんどは生ごみであり、大規模コンポストセンターに持ち込む予定にしている。

(7) データの提供依頼(SGC キャンペーン等の推進・廃棄物発生量等の推移)

スラバヤ市から提供を受けた SGC キャンペーン等の推進、廃棄物発生量等の推移に関連するデータについては、表 3-3～3-7 にまとめた。

「表 3-3 地域環境リーダー及び環境ファシリテーター数」「表 3-4 SGC キャンペーン及び MDS キャンペーンへのコミュニティ参加数」「表 3-5

高倉式コンポストの無料配布数」「表 3-6 スラバヤ市ブノオ(Benow)埋立処分場廃棄物搬入量・人口・GRP」「表 3-7 ごみ銀行^{†4}の開設数」

なお、既に報告されているデータ^{12,13,17,19)}もあるが、図表の全てのデータはスラバヤ市から提供を受け、特に今回取得した最新データは表のマスの色付けした。それ以前のデータも、今回、新たに取得し、若干の修正を確認したので、同時に掲載する。

表 3-3 地域環境リーダー及び環境ファシリテーター数

	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
地域環境リーダー総数(名)	5,684	23,195	26,744	27,000	27,000	28,000	28,600	29,000
増加数(名)	5,684	17,511	3,549	256	0	1,000	600	400
環境ファシリテーター総数(名)	—	—	—	402	420	450	512	394
増加数(名)	—	—	—	402	18	30	62	▲118

- ・地域環境リーダーは 2007 年から任命が始まり、2008 年に急激に充足している。その背景には SGC キャンペーンの積極的な推進が始まったと考えられる。
- ・2010 年に環境ファシリテーターの任命が始まり、地域環境リーダーの任命数は落ち着いている。この背景には地域環境リーダーの育成と実績の充足があると考えられる。
- ・2014 年に環境ファシリテーター数が 118 名削減されている。

^{†4} ごみ銀行:住民が各家庭で分別した資源ごみを買取るシステムである。希望する住民に対して一般の銀行のような通帳を発行し、住民が有価物をごみ銀行の事務所に持ち込んだ際に、その都度代金を支払わず一旦通帳に代金を記入し、後日住民の希望に応じて「預金」を払い出すようなシステムを採用している。⁶⁵⁾

表 3-4 SGC キャンペーン等へのコミュニティ参加数

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
SGC 参加 コミュニティ(回)	325	283	335	1,797	1,942	2,774	2,182	1,000※	978	1,016
MDS 参加 コミュニティ(回)	—	—	データ 消失	データ 消失	実施 せず	実施 せず	1,724	272	376	418
参加累計 数(回)	325	608	943	2,740	4,682	7,459	11,362	12,634	13,988	15,422

備考：※2012 年はデータ紛失のため推計数

- ・SGC キャンペーンは 2005 年から始まり，2008 年に参加コミュニティが急増している。地域環境リーダーの数も 2008 年に急増しており，SGC キャンペーンの積極的な推進が始まったと考えられる。
- ・2011 年から MDS キャンペーンが本格的に始まり，2012 年以降は SGC キャンペーン，MDS キャンペーンともに参加数は落ち着いている。

表 3-5 高倉式コンポストの無料配布数

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
総配布数 (個)	2,603	4,921	10,174	14,752	17,994	18,900	18,900	21,444	24,381
高倉式コ ンポスト 配布数(個)	2,603	2,318	5,253	4,578	2,320	922	906 (373)	2,544 (2,306)	2,937 (2,571)

備考：2006 年～2011 年の間は美化・公園局による配布

2012 年以降開発計画局のプログラムがスタートし配布数増，()内数は開発計画局配布数

- ・無料配布数は SGC キャンペーンの積極的な推進が始まった 2008 年がピークとなり，その後減少していたが，開発計画局のプログラムのスタートにより再び増加している。

表 3-6 スラバヤ市ブノオ(Benow)埋立処分場廃棄物搬入量・人口・GRP

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
埋立量(t/日)	1,819	1,641	1,480	1,259	1,229	1,242	1,150	1,149	1,395	1,400
人口(千人)	2,740	2,784	2,830	2,903	2,938	2,930	3,024	3,118	3,200	3,121
GRP(10億Rp)	—	125,360	142,986	162,833	178,559	205,034	235,034	264,335	302,756	351,509

- ・埋立量は 2011 年まで減少傾向にあるが 2012 年に横ばいとなり，2013 年以降は増加に転じている。
- ・人口は 2013 年まで増加し 2014 年は減少している。
- ・経済は指数的に成長している。

表 3-7 ごみ銀行の開設数

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
ごみ銀行総開設数(件)	15	50	135	180	200
増加数(件)	15	35	85	45	20.

- ・2010 年に開設が始まり，開設数は 2012 年がピークとなっている。

まとめ

スラバヤ市美化・公園局はコミュニティの環境・衛生整備を通じて廃棄物問題解決を目指している。このとき，コミュニティの力量に応じて参加ができるように 2 種類のキャンペーン(SGC キャンペーン及び MDS キャンペーン)や複数のランクが用意されている。そして，成績優秀なコミュニティや人物に対する賞金の授与とマスコミ報道効果等により社会的地位が確立されることで，未整備なコミュニティの参加やステップアップを促し，その後も高いレベルでの維持がなされるように工夫されている。

SGC キャンペーンを実施するうえで，表 3-3 に示すように地域住民から選ばれた地域環境リーダー等の指導者が育成された。そして，徐々に住民自

らの活動として定着することで SGC キャンペーン等に参加するコミュニティも増えた(表 3-4)。SGC キャンペーン等では高倉式コンポストを高く評価し、家庭で取り組むコンポスト化技術として推奨するとともに、住民への容器の無料配布も実施している。また、美化・公園局だけでなく開発計画局が中心となる新たなプログラム「Musrenbang」も始まり、同様に無料配布されている(表 3-5)。このようにして、住民によるリサイクルと環境・衛生整備が推進され、写真 3-1 のように清潔で緑溢れるコミュニティが多数出現し、スラバヤ市の都市づくりに大きく貢献している。



写真 3-1 清潔で緑溢れるコミュニティ

さらに、市内にコンポスト化センターが 23 ヶ所整備(総能力 147m³/日以上)しただけでなく、生ごみ専用の大規模コンポストセンターの試験運用も始まっている(写真 3-2)。将来これを拡張して 150t/日の生ごみ類を受け入れる予定である。そして、資源ごみ分別回収センター「スーパーデポ」を設置し(写真 3-3,3-4)、未分別の家庭ごみから資源ごみを回収するだけでなく、残渣物を大規模コンポストセンターに持ち込む予定にしている。

廃棄物の埋立処分量と人口の推移並びに経済成長の指標として GRP の情

報(表 3-6)と、コミュニティでのリサイクルの進展情報としてごみ銀行の開設数の情報(表 3-7)を入手した。



写真 3-2 大規模コンポストセンターの試験運用



写真 3-3 スーパーデボの資源ごみ分別ライン



写真 3-4 資源ごみ分別後の残渣物(生ごみ類)

3.1.2 NGO PUSUDAKOTA

以下、NGO PUSUDAKOTA における聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。

(1) 高倉式コンポストの普及理由

- ・ 生ごみのコンポスト化に効果的である。
- ・ SGC キャンペーンの実施が効果的であった。
- ・ スラバヤ市は高倉式コンポストの有効性を認識し、ウェブサイト⁶⁴⁾や雑誌⁶⁶⁾を活用して、住民自らも積極的に取り組むように推奨している。
- ・ 様々なウェブサイト等で紹介されており、さらに他都市においても高倉式コンポストは浸透している。例えばジョグジャカルタ国立大学の公式サイト⁶⁷⁾においても「KERANJANG TAKAKURA」として構造が詳しく掲載されている。

(2) キャンペーンの推進について

- ・ スラバヤ市は SGC キャンペーンのスタートに当たり、ユニリーバ財団が関係する NGO スタッフである環境モチベーター14 名が加わった推

進体制をつくった。

- ・ 協働企業としてユニリーバ財団から市内企業へ変わり、財政支援が主となった。2014 年はホンダモーターズである。
- ・ SGC キャンペーンは基本的に環境改善の取り組み実績が有るコミュニティを対象とし、これとは別にゴミ減量化に的を絞った MDS キャンペーンがある。これによりキャンペーン参加へのハードルが下がり、リサイクルに取り組むコミュニティも増えた。
- ・ MDS キャンペーンに参加したコミュニティは SGC キャンペーンへと移行することもできる。

(3) 環境モチベーターの役割

- ・ 環境モチベーターは、ユニリーバ財団から派遣されており、当財団が有するキャンペーン運営ノウハウを提供していた。また、SGC キャンペーンに参加するコミュニティを責任もってサポートしたり、地域環境リーダーや環境ファシリテーターの育成にも関わった。
- ・ 時間の経過とともに環境ファシリテーター数の充足とともに能力も向上し、キャンペーンも定着するなどから、環境モチベーターの役割は変わった。現在は環境モチベーターと環境ファシリテーターは同様の活動となり、Kelurahan を担当している。
- ・ 環境モチベーターは 7 名がユニリーバ関係の NGO スタッフとして残り、残りの 7 名が美化・公園局との契約職員となった。

(4) 高倉式コンポストの製作について

- ・ 高倉式コンポストの知的所有権を有している。
- ・ 市の購入は入札制であり、市の認定を受けた業者等の団体は、当 NGO から製作の技術指導を受けた上で応札することができる。

(5) 今後の課題

- ・ キャンペーンなどは行政からのトップダウンであり、これが終わるとモチベーションも下がる傾向にある。そのため、住民のボトムアップのシ

システムが必要である。

まとめ

高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に有効であることから、スラバヤ市もトップダウンで当技術の情報を公開して普及を図った。そして、高倉式コンポストの製作は知的所有権を有する NGO PUSUDAKOTA が独占するのではなく、スラバヤ市が認定する他団体へも技術指導がなされている。SGC キャンペーンの実施が高倉式コンポストの普及を促進しており、当キャンペーンの実施推進体制も協働企業が変わるなど時間の経過とともに移り変わっている。この時、環境モチベーターは、当キャンペーンを定着させるために不足していたノウハウをユニリーバ財団から提供したり、地域環境リーダー等の教育を行うなど重要な役割を担っていた。今では、環境ファシリテーター数の充足と能力向上や SGC キャンペーン等が定着したことで、その役割は環境ファシリテーターと同様となった。また、ごみ減量化に的を絞り参加のハードルを下げた初心者向けの MDS キャンペーンも実施することで、ステップアップしながら SGC キャンペーンへと導くなど、3R・都市緑化・衛生活動を推進するキャンペーンへの参加を促している。しかし、課題もあり住民のモチベーションを維持するためには、ボトムアップが必要である。

3.1.3 Jawa Pos

以下、Jawa Pos における聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。

(1) 高倉式コンポストの普及理由

- ・ 容器は扱いやすく簡単なので子供でも取り扱うことができ、コンパクトなので狭い場所に置くこともできる。また、値段も安い。
- ・ メディアとしてスラバヤ市の廃棄物管理改善の推進、各種キャンペーンの推進に貢献しており、市の施策を住民に広く周知するなど様々な形でサポートしている。

- ・ 高倉式コンポストは家庭に適した技術なので、新聞紙上やウェブサイトで使用方法も含めその良さを紹介している。
- ・ 高倉式コンポストの効果は高く、住民へのインパクトも強いので、〇〇kura と名称を付けた類似品が数多くみられる。

まとめ

高倉式コンポストは家庭にマッチした容器であり、Jawa Pos もスラバヤ市の廃棄物管理改善推進に合わせ、メディアの立場から貢献している。高倉式コンポストは住民へのインパクトも強く類似品も多くみられる。

3.1.4 環境モチベーター

以下、環境モチベーターに対する聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。

(1) 高倉式コンポストの普及理由

- ・ 簡単・速い・便利なので市民に勧めやすい。
- ・ 住民が類似品を作るほど高倉式コンポストは効果が高い。例えばダンボール(インドネシア語: Kardus)から作ると Karduskura と呼び、語尾に「kura」が付くと高倉式コンポストを真似したコンポスト化容器を意味する。

(2) キャンペーンの推進について

- ・ ユニリーバ財団はスラバヤ市での SGC キャンペーンの成功事例をもとに、同様のキャンペーンをジャカルタ市とマカッサル市で展開し、MDS キャンペーンをパレンバン市、メダン市、デンパサール市、バリクパパン市、スマラン市、マラン市、ジョグジャカルタ市、バンジャルマシン市で展開している。

(3) 今後の課題

- ・ そもそも中所得層以上になると生ごみコンポスト化に興味を持つ人が少なく、このような市民を巻き込む必要がある。また、地域や人によっては廃棄物問題に無関心なところがあり、この対策を講じる必要がある。

まとめ

高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に効果的であることから、住民へも勧めやすい。住民もその効果を認知し、類似品も作り活動に取り組んでいる。スラバヤ市と協働で SGC キャンペーンに取り組んだユニリーバ財団は、キャンペーンの廃棄物管理改善に対する有効性を認識し、スラバヤ市以外の 10 都市でキャンペーンを展開している。しかし、課題もあり、廃棄物問題に無関心な地域への効果的なアプローチを必要としている。

3.1.5 Jambangan 地区 高倉式コンポストを使用している主婦

以下、Jambangan 地区で高倉式コンポストを使用している主婦に対する聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。

(1) 高倉式コンポストの普及理由

- ・ 高倉式コンポストは「生ごみを入れて混ぜるだけなので、簡単で楽しく、水も出ない。ごみ出し量も少なくなった。」
- ・ 類似品として使用済みのペンキの容器(Tong)を利用して Tongkura を 200 個作り町内に配り使用した。

(2) 高倉式コンポストの効果

- ・ 資源ごみの回収と組み合わせることで、市民のごみ出し量が少なくなり助かっている。

まとめ

主婦目線からも高倉式コンポストは有効であると評価し、ごみ出し量も少なくなっている。また、容器は類似品を自作し、他者へ使用を推奨している。

3.1.6 SMPK SANTO STANISLAUS（中学校）

以下、SMPK SANTO STANISLAUS（中学校）における聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。なお、中学校については美化・公園局へのインタビューからエコスクールの取り組みを知り、高倉式コンポストの効果を幅広く知るために補完的に聞き取り調査を実施した。

(1) 中学校で高倉式コンポストに取り組む意味・効果

- ・ エコスクールキャンペーンという環境教育への取り組みを通じ、将来を担う若い世代は教育課程で高倉式コンポストを学び実践の機会が与えられる。
- ・ 学校の授業に導入しやすい優れた手法であり、ごみ処理は個々人の義務・責任であると学ぶことができ、次世代育成のための教育的効果が高い。

(2)高倉式コンポストの入手方法

- ・ エコスクールキャンペーンに参加することになり、高倉式コンポストを導入した。容器は NGO PUSUDAKOTA から 2 個寄贈を受け、3 個は自作した。作り方や使用方法に関する情報はスラバヤ市のウェブサイトから入手した。

まとめ

高倉式コンポストは教育的効果が高く、授業に導入しやすい優れた技術である。容器の入手は NGO から寄贈されたものと同等品を自作したものである。そして高倉式コンポストの技術情報は公開されている。

3.1.7 Gundhi 地区元 RT 長 Abubutan 区在住

以下、Abubutan 区に在住する Gundhi 地区元 RT 長に対する聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。なお、RT 長については NGO へのインタビュー実施時に紹介を受け、コミュニティリーダーの立場としての情報を得るために補完的に聞き取り調査を実施した。

(1)高倉式コンポストの普及理由

- ・ 市の高倉式コンポストへのフォローアップ体制も充実しており、指導者セミナー・講習会への招待、地域環境リーダーによる疑問・トラブルの解消、使用方法についての適切なアドバイスなどがある。
- ・ キャンペーンでの高倉式コンポスト使用の推奨があげられる。なお、キャンペーンの参加回数には制限がある。
- ・ 容器は家の中に置くことができるのでコントロールしやすい。簡単で便

利なので知人に勧め、自分が教えることができる。

- ・ 高倉式コンポストの効果は高いが、できるだけ費用安く町内に配るため、正規品を購入せずに木箱(インドネシア語：Papan)を材料にして Papankura を作った。

(2) 高倉式コンポストの効果

- ・ 様々なコンポスト化の方法と比較した中で、高倉式コンポストが最も分解が速く良質なコンポストを得ることができる。

まとめ

高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に便利であり、短時間で良質なコンポストも得ることができるので、住民へも勧めやすい。また、スラバヤ市のフォローアップ体制も充実している。容器は安く仕上げるために類似品を作った。SGC キャンペーンの参加回数には制限がある。

3.1.8 環境ファシリテーター等

以下、環境ファシリテーター等に対する聞き取り調査結果について調査項目毎に箇条書きに示す。地域で高倉式コンポストの普及・フォローアップを担っており、地域の情報を得るために E-mail による追加調査を実施した。

(1) キャンペーンへの取り組み

- ・ SGC キャンペーンは 2011 年と 2012 年の 2 回受賞経験があるが、それ以降参加していない。しかし、東ジャワ州や政府プログラムの環境コンテストに参加し様々な賞を受賞している。
- ・ 今までは単に緑化や花の栽培をしていただけであったが、今後はコミュニティ全体を見て計画立った緑化を目指す。
- ・ 外国からの来訪者が必ず案内される場所である。
- ・ SGC キャンペーン受賞後はキャンペーンに参加せず、見学者の対応に力を入れていた。

(2) コミュニティの環境・衛生改善

- ・ 資源ごみと生ごみの分別の徹底を指導し、資源ごみはごみ銀行(資源ご

み買い取り)に持ち込むか、バッグ等のリサイクル工作を行う。(写真 3-5,3-6)

- ・ Kelurahan Jambangan RW3 地区は 8 つの RT により形成され、排出される廃棄物の合計は 12.5t/月ある。このうち 9.5t/月はリサイクルされ、最終処分に回るのは 3t/月である。
- ・ 2014 年の SGC キャンペーンの Maju (先進的)ランクで 1 位を獲得した。その後、コミュニティ全体をエコツーリズムとして大体的に発信し、観光客を呼び込んでいる。
- ・ 継続して発展し続けるためには支援を待つだけでなく、自分で何か始めなくてはならない。

まとめ

SGC キャンペーン受賞後は、東ジャワ州や政府のプログラムへの参加や来客者対応に舵を切る場合もある。この時、コミュニティのレベルは同等以上に維持されていると考えられる。また、ごみを分別することでリサイクル率は 76%となる例もあり、生ごみはコンポスト化、資源ごみはごみ銀行に持ち込み販売したり、工作用材料として使用される。



写真 3-5 ごみ銀行に併設されたりサイクル工作品の展示



写真 3-6 ごみ銀行の資源ごみ保管庫

3.2 コミュニティのアンケート調査の結果

アンケートから、実際に生ごみコンポスト化に取り組んでいる主婦の考え方を
を知ることができ、その結果をグラフで表した。

(1) コミュニティでのコンポスト化の基本的な情報(図 3-1-1)

質問内容「コンポスト化を始めた理由(複数回答)」「コンポスト化するご
みの種類(複数回答)」「一日の生ごみの処理量」「生ごみの処理割合」

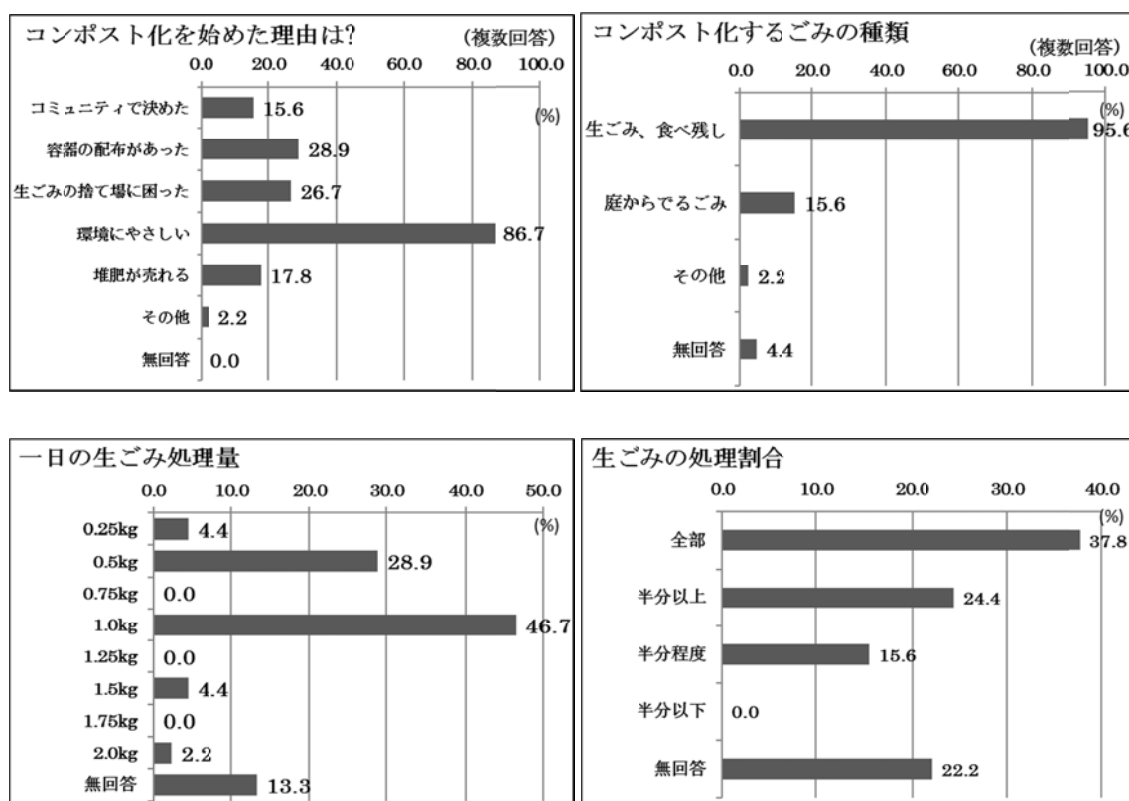


図 3-1-1 コミュニティでのコンポスト化の基本的な情報

- ・ コンポスト化に取り組み始めた理由の半数が環境意識からであり、実利的または強制的な動機を大きく上回っている。
- ・ コンポスト化の対象は、ほとんどが生ごみと食べ残しであり、1日当たりの生ごみ処理量は 0.25～2.0kg と幅があり、1.0kg が一番多く 46.7% を占めた。平均すると 0.84kg となる。
- ・ 家庭生ごみの半分以上はコンポスト化している。

(2) 家庭で取組むコンポスト化の情報(図 3-1-2)

質問内容「使用しているコンポスト化の方法(複数回答)」「コンポスト化の経験年数」「コンポスト化容器の入手先(複数回答)」「コンポスト化容器の価格(複数回答)」

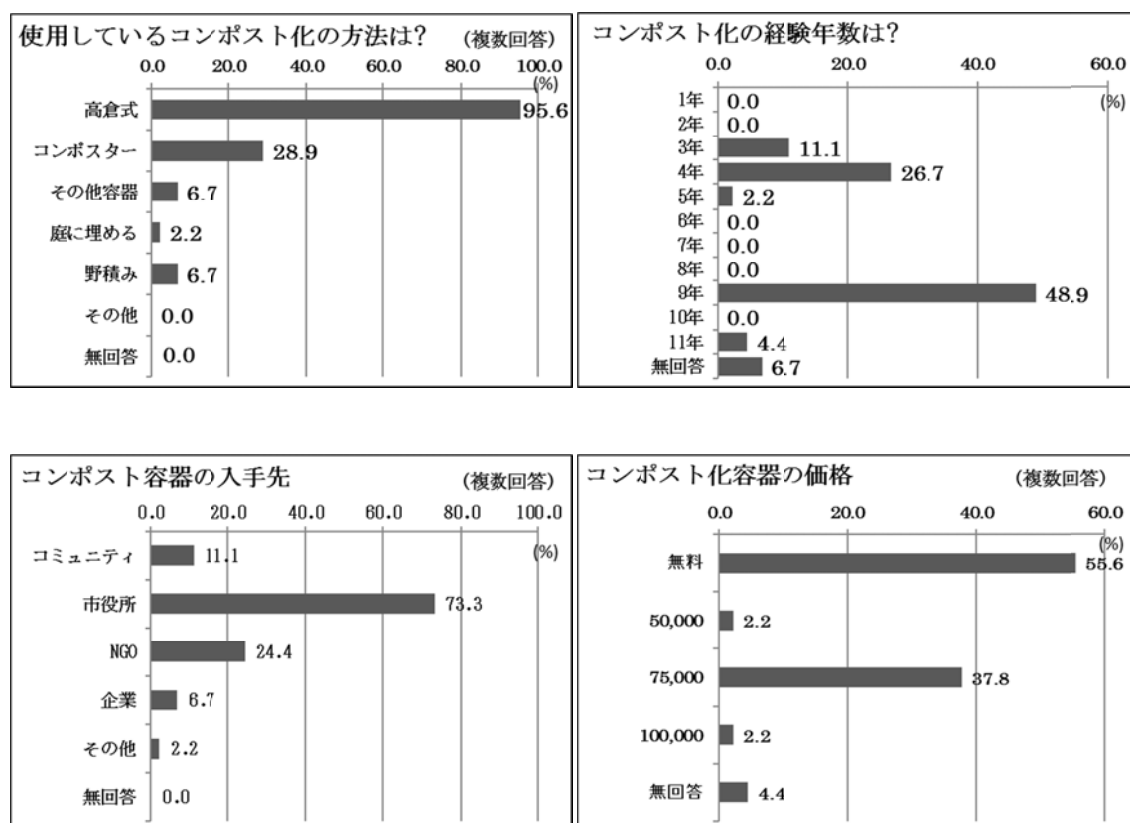


図 3-1-2 家庭で取組むコンポスト化の情報

- ・ コンポスト化手法として全員が高倉式コンポストを使用し、一部は他の手法と併用している。
- ・ コンポスト化容器の入手先は主に市役所又は NGO であり、コミュニティ内や企業からの入手もある。
- ・ コンポスト化容器を 75,000Rp 程度で購入するか、無料配布を受けている。
- ・ コンポスト化の経験年数は 3～5 年、9 年、11 年と分かれ、9 年が半分を占めている。

(3) コンポスト化の取扱いに関する情報(図 3-1-3)

質問内容「コンポスト化技術の指導を受けた先(複数回答)」「高倉式コンポストの取り扱いについて(複数回答)」「虫の発生について」「できたコンポストの使用方法(複数回答)」

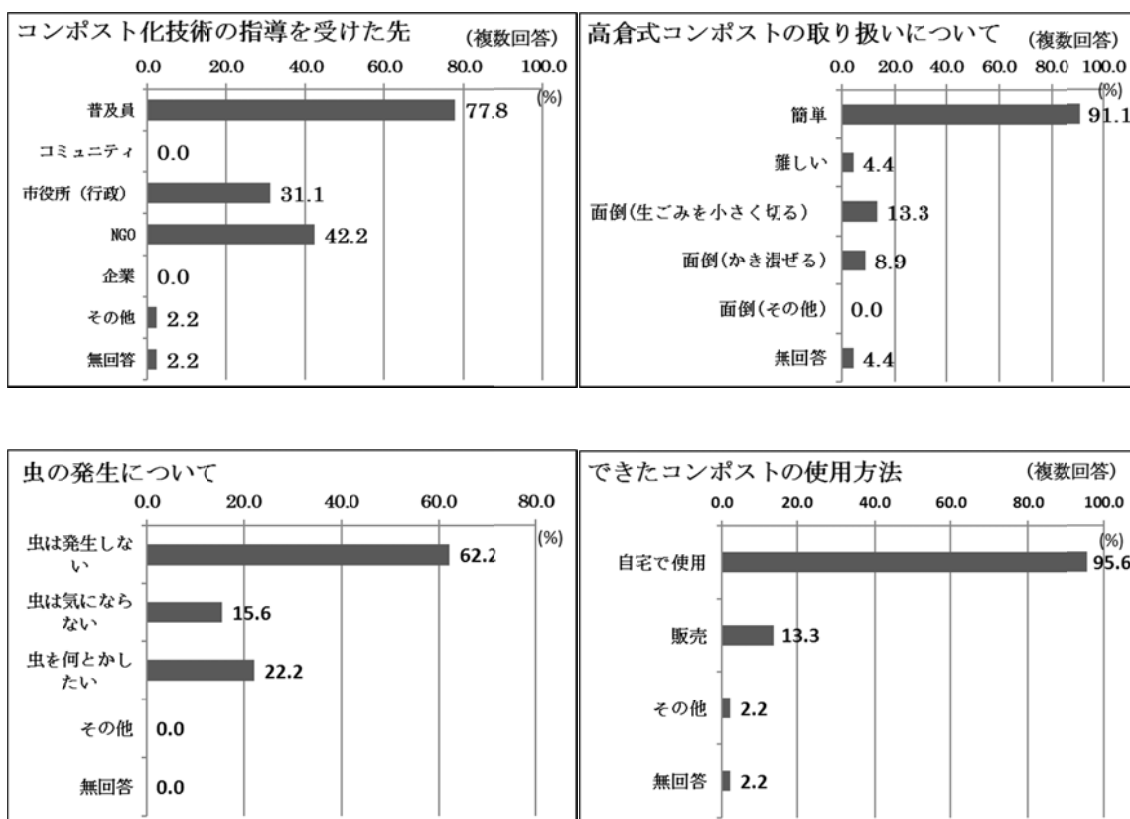


図 3-1-3 コンポスト化の取扱いに関する情報

- ・ コンポスト化の技術指導は半分が普及員(地域環境リーダー)から受け、市役所、NGOからの指導もある。
- ・ 高倉式コンポストの取扱いは91%が簡単と捉え、4%だけが難しいと答えた。ただし、生ごみを小さく切ったりする等の煩わしさを感じている主婦もいる。
- ・ 虫の発生は半数以上が無いと答え、発生しても気にならないとしている。しかし、22%は虫を何とかしたいと感じている。
- ・ できたコンポストは95%が自家消費し、一部販売もみられる。

(4) コンポスト化に取り組んだ実感に関する情報(図 3-1-4)

質問内容「コンポスト化に取り組んで変わったこと(複数回答)」「高倉式コンポストを使用した満足度」「今後のコンポスト化の継続性」「高倉式コンポストを他の人に勧めたいか」

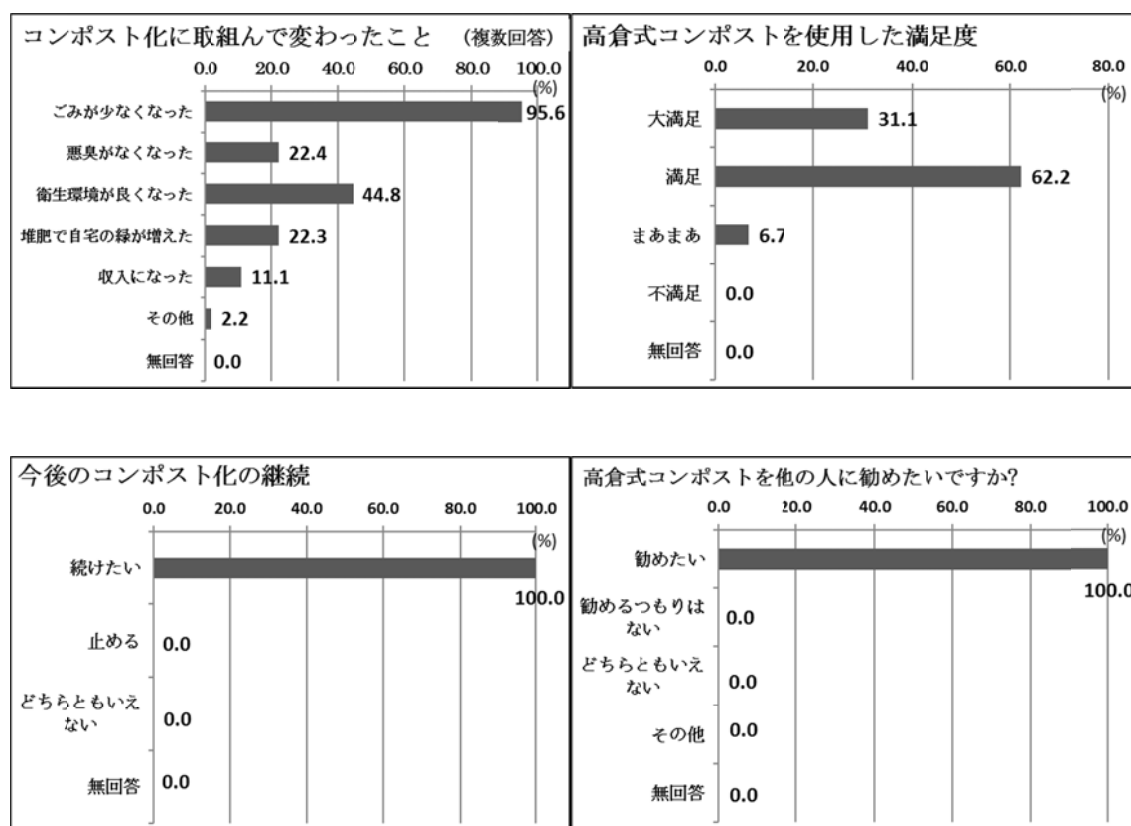


図 3-1-4 コンポスト化に取り組んだ実感に関する情報

- ・ 高倉式コンポストを使用することで、全員が「ごみが少なくなる」「悪臭が無くなる」「衛生環境が良くなる」「収入を得る」「緑が増える」とのなんらかの便益を得ている。
- ・ 高倉式コンポストへの満足度は高く、全員が継続し他者へ推奨したい旨がうかがえる。

3.3 まとめ

現地調査では、スラバヤ市美化・公園局、NGO PUSUDAKOTA、新聞社 Jawa Pos、環境モチベーター、主婦、元 RT 長、中学校、環境ファシリテーター等の 8 者から聞き取り調査を行った。また、SGC キャンペーン参加年数の異なる 3 つのコミュニティの主婦 45 名に対しアンケートを実施した。

(1) 聞き取り調査

- ① スラバヤ市美化・公園局：スラバヤ市はコミュニティの環境・衛生整備を通じて廃棄物問題解決を目指している。このとき、コミュニティの量に応じて参加ができるように 2 種類のキャンペーン(SGC キャンペーン及び MDS キャンペーン)や複数のランクが用意されている。そして、成績優秀なコミュニティや人物に対する賞金の授与とマスコミ報道効果等により社会的地位が確立されることで、未整備なコミュニティの参加やステップアップを促し、その後も高いレベルでの維持がなされるように工夫されている。

SGC キャンペーンを実施するうえで、表 3-3 に示すように地域住民から選ばれた地域環境リーダー等の指導者が育成された。そして、徐々に住民自らの活動として定着することで SGC キャンペーン等に参加するコミュニティも増えた(表 3-4)。SGC キャンペーン等では高倉式コンポストを高く評価し、家庭で取り組むコンポスト化技術として推奨するとともに、住民への容器の無料配布も実施している。また、美化・公園局だけでなく開発計画局が中心となる新たなプログラム「Musrenbang」も始まり、同様に無料配布されている(表 3-5)。このようにして、住民によるリサイクルと環境・衛生整備が推進され、写真 3-1 のように清潔で緑溢れるコミュニティが多数出現し、スラバヤ市の都市づくりに大きく貢献している。

さらに、市内にコンポスト化センターが 23 ヶ所整備(総能力 147m³/日以上)しただけでなく、生ごみ専用の大規模コンポストセンターの試

験運用も始まっている(写真 3-2)。将来これを拡張して 150t/日の生ごみ類を受け入れる予定である。そして、資源ごみ分別回収センター「スーパーデポ」を設置し(写真 3-3,3-4)、未分別の家庭ごみから資源ごみを回収するだけでなく、残渣物を大規模コンポストセンターに持ち込む予定にしている。

廃棄物の埋立処分量と人口の推移並びに経済成長の指標として GRP の情報(表 3-6)と、コミュニティでのリサイクルの進展情報としてごみ銀行の開設数の情報(表 3-7)を入手した。

- ① NGO PUSUDAKOTA：高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に有効であることから、スラバヤ市もトップダウンで当技術の情報を公開して普及を図った。そして、高倉式コンポストの製作は知的所有権を有する NGO PUSUDAKOTA が独占するのではなく、スラバヤ市が認定する他団体へも技術指導がなされている。SGC キャンペーンの実施が高倉式コンポストの普及を促進しており、当キャンペーンの実施推進体制も協働企業が変わるなど時間の経過とともに移り変わっている。この時、環境モチベーターは、当キャンペーンを定着させるために不足していたノウハウをユニリーバ財団から提供したり、地域環境リーダー等の教育を行うなど重要な役割を担っていた。今では、環境ファシリテーター数の充足と能力向上や SGC キャンペーン等が定着したことで、その役割は環境ファシリテーターと同様となった。また、ごみ減量化に的を絞る参加のハードルを下げた初心者向けの MDS キャンペーンも実施することで、ステップアップしながら SGC キャンペーンへと導くなど、3R・都市緑化・衛生活動を推進するキャンペーンへの参加を促している。しかし、課題もあり住民のモチベーションを維持するためには、ボトムアップが必要である。
- ② 新聞社 Jawa Pos：高倉式コンポストは家庭にマッチした容器であり、Jawa Pos もスラバヤ市の廃棄物管理改善推進に合わせ、メディアの立

場から貢献している。高倉式コンポストは住民へのインパクトも強く類似品も多くみられる。

- ③ 環境モチベーター：高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に効果的であることから、住民へも勧めやすい。住民もその効果を認知し、類似品も作り活動に取り組んでいる。スラバヤ市と協働で SGC キャンペーンに取り組んだユニリーバ財団は、キャンペーンの廃棄物管理改善に対する有効性を認識し、スラバヤ市以外の 10 都市でキャンペーンを展開している。しかし、課題もあり、廃棄物問題に無関心な地域への効果的なアプローチを必要としている。
- ④ 主婦：主婦目線からも高倉式コンポストは有効であると評価し、ごみ出し量も少なくなっている。また、容器は類似品を自作している。
- ⑤ 中学校：高倉式コンポストは教育的効果が高く、授業に導入しやすい優れた技術である。容器の入手は NGO から寄贈されたものと同等品を自作したものがある。そして高倉式コンポストの技術情報は公開されている。
- ⑥ 元町内会長：高倉式コンポストは生ごみのコンポスト化に便利であり、短時間で良質なコンポストも得ることができるので、住民へも勧めやすい。また、スラバヤ市のフォローアップ体制も充実している。容器は安く仕上げるために類似品を作った。SGC キャンペーンの参加回数には制限がある。
- ⑦ 環境ファシリテーター等：SGC キャンペーン受賞後は、東ジャワ州や政府のプログラムへの参加や来客者対応に舵を切る場合もある。この時、コミュニティのレベルは同等以上に維持されていると考えられる。また、ごみを分別することでリサイクル率は 76%となる例もあり、生ごみはコンポスト化、資源ごみはごみ銀行に持ち込み販売したり、工作用材料として使用される。

(2) アンケート調査

主婦が高倉式コンポストに取り組む実態が明らかとなった。

家庭生ごみの半分以上はコンポスト化され、1日当たりの生ごみ処理量には幅があるが、平均すると 0.84kg となる。コンポスト化の方法は全員が高倉式コンポストを使用し、一部は他の手法と併用している。高倉式コンポストは購入もしくは無料配布を受けており、技術指導は半分が地域環境リーダーから受け、市役所、NGO からの指導もある。

コンポスト化に取り組み始めた理由として半数が環境意識を挙げ、実利的または強制的な動機を大きく上回っている。高倉式コンポストの取り扱いが 9割以上が簡単と捉えているが、生ごみを小さく切ったりする等の煩わしさがあったり、虫の発生に苦慮している場合もある。

取り組んだ結果として、「ごみが少なくなる」「悪臭が無くなる」「衛生環境が良くなる」「収入を得る」「緑が増える」との便益を複数得ている。すなわち、主婦は高倉式コンポストに対し、「取り扱い易さ」「取り組み効果」を含め高い満足度を得ており、その継続と他者への波及がみられる。

参考文献

- 65) 村瀬憲昭,村山武彦,錦澤滋雄: インドネシアにおけるごみ銀行の活動と住民の意識との関連分析ーバリクパパン市の事例, 環境情報科学 学術研究論文集 29 (2015) , https://www.jstage.jst.go.jp/article/ceispapers/ceis29/0/ceis29_267/_pdf (2016 年 5 月 30 日アクセス)
- 66) I N. Sudiana : Peranan Karang Taruna Dalam Pengelolaan Lingkungan Permukiman Di Kampung SurabayaBAYA, E-Jurnal Dinas Pendidikan Kota Surabaya, Volume7, <http://dispendik.surabaya.go.id/surabayabelajar/jurnal/199/7.1.pdf> (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 67) Mengelola Sampah Dengan Keranjang “TAKAKURA”(2011), <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/takakura.pdf> (2015 年 3 月 10 日アクセス)

第4章 考察

4.1 近年のスラバヤ市の廃棄物管理の現状

スラバヤ市の廃棄物量，人口，経済(GRP)の推移を表 3-6 に示した。全てのデータが揃う 2006 年をベースに廃棄物量の推移及び廃棄物管理の現状について考察した。廃棄物量は 2006 年から 2011 年の間は減少傾向にあり，5 年間で約 30%削減(2006 年比)された。この時，スラバヤ市の 2011 年 GRP は 2006 年比の約 2 倍となり，一般的には経済規模の拡大により廃棄物量も増大する傾向があることを考えると，スラバヤ市の努力がうかがい知れる。2012 年には減少量は落ち着き横ばいとなり，2013 年には増加に転じており，経済規模の拡大にともない廃棄物量も増大する傾向が読み取れる。国や都市によって廃棄物の定義や区分は様々であり，各国が報告しているデータを一義的に比較することはできないところもあるが，所得水準と廃棄物の量・組成について，簡潔には表 4-1 のように表すことができる⁶⁸⁾。所得が増えるに従い廃棄物量は増加し，廃棄物に占める有機物の割合は減少し，他の組成の割合が増える傾向にあり，スラバヤ市もこの傾向と同様に推移していると考えられる。

表 4-1 所得水準と廃棄物の量・組成の関係

		低所得国	中所得国	高所得国
量 (kg/人・日)		0.64 (0.41)	0.73	1.64
組成 (%)	有機物	41 (68.5)	58	28
	紙	5 (8.3)	15	36
	プラスチック	4 (6.7)	11	9
	ガラス	2 (3.3)	2	7
	金属	1 (1.7)	3	8
	その他	47 (11.5)	11	12

備考：低所得国のその他は燃料として使用された石炭や練炭の灰が含まれるため，灰を含まない数値として中・高所得国との平均値 11.5 として筆者が補正した数値を()内に示す。

しかし、表 4-2 の赤枠に示すように GRP 当たりの廃棄物発生量として評価すると、2006 年から 2014 年の間減少傾向を示しており、2011 年には廃棄物量は 60%以上削減(2006 年比)され、その後も低いレベルで安定化し、2014 年には約 70%(2006 年比)の廃棄物量を削減している。

表 4-2 スラバヤ市の GRP 当たりの廃棄物発生量と削減率

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
埋立量(t/日)	1,819	1,641	1,480	1,259	1,229	1,242	1,150	1,149	1,395	1,400
人口(千人)	2,740	2,784	2,830	2,903	2,938	2,930	3,024	3,118	3,200	3,121
GRP(10 億Rp)	—	125,360	142,986	162,833	178,559	205,034	235,034	264,335	302,756	351,509
GRP 当たり埋立量 (kg/10 億 Rp 日)	—	13.09	10.35	7.73	6.88	6.05	4.89	4.35	4.61	3.98
GRP 当たり埋立量削減率(%) (2006 年ベース)	—	—	20.93	40.94	47.44	53.78	62.64	66.77	64.78	69.59

さらにスラバヤ市の廃棄物発生抑制の程度を評価するために、他都市との比較を試みた。これは、一人当たり GRP に対する一人当たり廃棄物発生量とし、図 4-1 に示す⁶⁹⁾。比較対象都市はアジア及びラテンアメリカの都市(人口 200 万人以上、一人当たり GRP 20,000US\$ 以下)としてデータを入手した^{70,71)}。スラバヤ市は廃棄物削減に取り組み始めた 2006、2007 年は、一人当たり GRP が同程度の他都市と同様とみなせる。2008 年～2010 年の間は低いレベルで推移しているものの大きな差異は見られない。しかし、2011 年に他都市との乖離が明確に表れ、それ以降はその乖離が安定し、2013 年からは他都市の半分以下で推移している。2014 年にはさらにその乖離が広がり、例えばクアラルンプールと比較すると 1/4 程度まで低減されている。

都市廃棄物排出量 (kg/人・年)

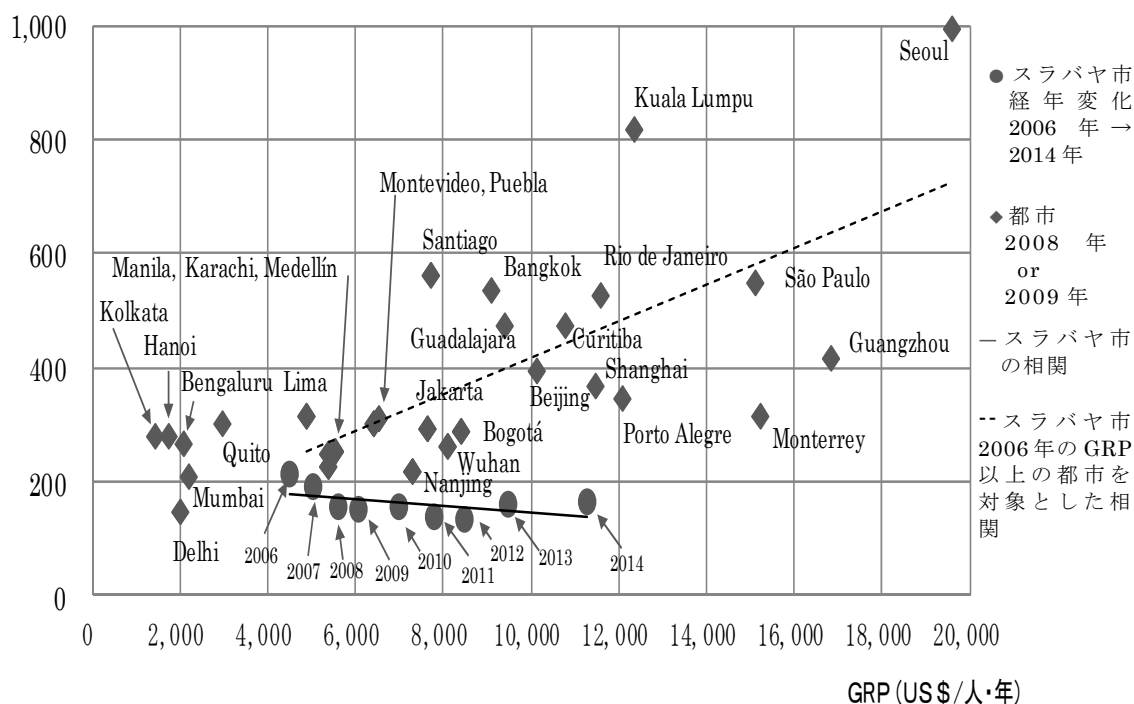


図 4-1 一人当たり GRP に対する一人当たり廃棄物発生量 ⁶⁹⁾

4.2 スラバヤ市の廃棄物量が低いレベルで安定化している要因

スラバヤ市は全市を挙げて SGC キャンペーン等に取り組むことで、廃棄物管理改善を成功へと導いた。この成功の重要な貢献要因の 1 つに「高倉式コンポスト」を挙げており、ここでは、高倉式コンポストの普及と廃棄物管理改善との係わりについて考察した。

4.2.1 SGC キャンペーン等の推進体制

スラバヤ市が全市を挙げて取り組んだ SGC キャンペーン等の推進体制について述べる。

スラバヤ市が構築した SGC キャンペーン等の推進体制を理解するためには、コミュニティ組織の理解が重要であり、美化・公園局からの聞き取り情報と既調査 ⁸⁾から、図 4-2 にまとめた。

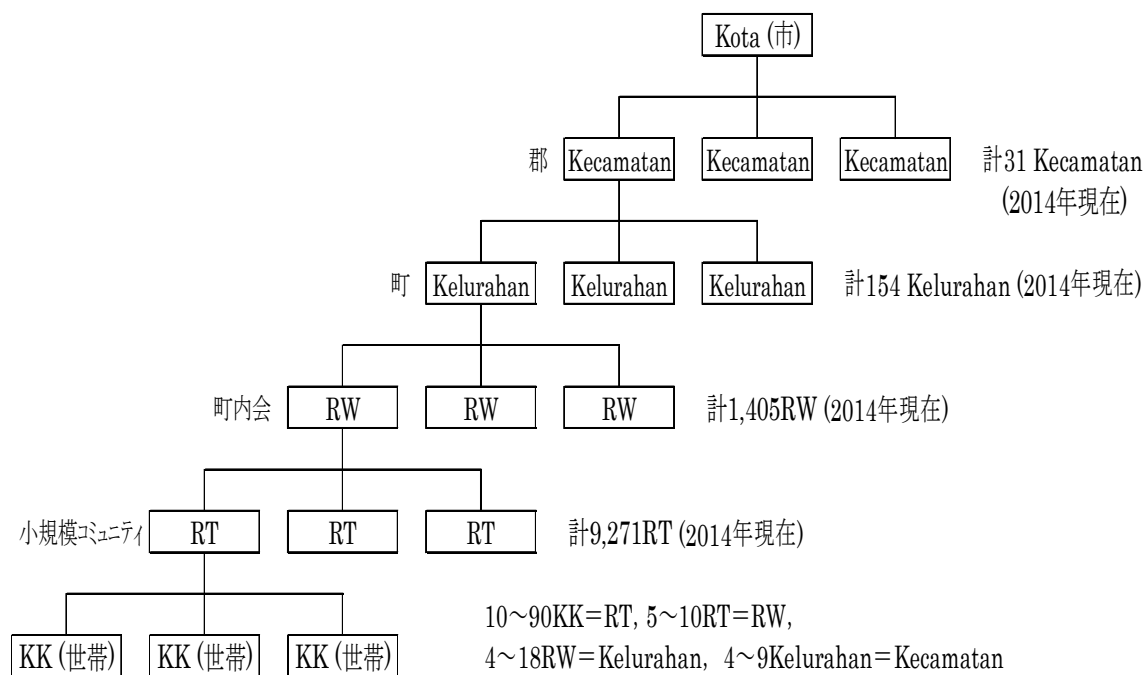


図 4-2 スラバヤ市のコミュニティ組織図

美化・公園局の聞き取りにあるように、スラバヤ市にはしっかりと組織化されたコミュニティ組織があり、SGC キャンペーン等の推進に当たって、このコミュニティ組織を活用した推進体制を構築した。RT は住民活動の中心となる単位であり、この RT から地域環境リーダーを推薦により選出し、彼らが地域の環境・衛生活動を牽引する。さらに、実績を積んだ地域環境リーダーから環境ファシリテーターが選出・育成され、自らが活動するかたわら広範囲の地域環境リーダーの管理や指導を行うというものである。この地域環境リーダー等の役割は行政の指揮のもと、SGC キャンペーン等に係る行政施策を組織的に地域密着型で実施することである。その活動は住民が住民へ直接実施する構造となり、人材と時間が限られた行政が実施するよりも親近感が増し、緻密な活動と住民の要望にもフットワークよく応えることができる。そして、元 RT 長の聞き取りから、彼らの活動に高倉式コンポストの導入及びフォローアップが含まれている。

表 3-3 に地域環境リーダーと環境ファシリテーターの任命数の推移について示す。地域環境リーダーは SGC キャンペーンスタート後の 2007 年か

ら 2008 年にかけて多数任命され、その後任命数は落ち着いてはいるが増加している。2014 年には人口 312 万人、コミュニティ数 9,271 ヶ所に対し地域環境リーダーは 29,000 名が任命され、平均すると 1 つのコミュニティに 3 名の地域環境リーダーが配置され、1 人の地域環境リーダーは約 110 人の住民を受け持って活動することになる。地域環境リーダー数は充足していると考えられる。環境ファシリテーターについては、美化・公園局からの情報によると、実績を積んだ経験豊富な地域環境リーダーから任命されることになっており、地域環境リーダーの任命に遅れて 2010 年から任命が始まった。環境ファシリテーターは、「Kelurahan 配置・複数の RW 管理」「Kecamatan 配置・複数の Kelurahan 管理」「エリア配置・複数の Kelurahan 管理」に分かれており、Kelurahan 配置から Kecamatan 配置へ、さらにエリア配置へと昇進する制度がある。任命数は表 3-3 に示すように、2011 年から 2013 年までは増加し延べ 512 名となった。しかし、2014 年は 118 名削減され 394 名と減少している。この削減は、Kelurahan 管理と Kecamatan の合計数 185 地区に対し、環境ファシリテーターの能力の向上と経験の蓄積から、512 名の任命数が過剰であると判断したものと推察する。

スラバヤ市は SGC キャンペーン等の取り組みを通じて廃棄物管理改善へと導いたが、USAID²²⁾は「コミュニティ一体となった廃棄物管理改善が、長く消滅していた伝統的な相互扶助“gotong royong”を再生した。」と評している。これには地域密着型で活動する地域環境リーダー等に負うところが大きい。

この推進体制構築と運用に当たっては、NGO PUSUDAKOTA からの聞き取り情報にあるように、スラバヤ市は企業であるユニリーバ財団と協働することで財政面の支援だけでなく、SGC キャンペーン実施と人材育成のノウハウ不足に対しても、支援を受けることができたことに注目したい。この時、重要な役割を担ったのが財団から派遣された環境モチベーターである。彼らは地域環境リーダー等の育成・能力向上だけでなく、キャンペーンに参加す

るコミュニティを複数担当し、住民の環境・衛生意識の啓発やフォローアップ等、コミュニティのレベルアップを図ることで SGC キャンペーンがスムーズに進行するように様々な支援活動を行った。その後、2014年にはスラバヤ市の協働企業は、ユニリーバ財団から市内企業であるホンダモーターズへと移り変わり、財政的な協働が主となっている。また、Jawa Pos の聞き取り情報から、Jawa Pos も企業としてスラバヤ市と協働することで、SGC キャンペーンをはじめとする廃棄物管理改善施策等について、メディアの立場から広く市民に周知していることが分かった。このようなメディアとの協働が SGC キャンペーン等の市民への浸透スピードを速めたと考えられる。SGC キャンペーン立ち上げ当初に重要な役割を担った環境モチベーターについては、NGO PUSUDAKOTA からの聞き取り情報にあるように、SGC キャンペーンスタート時は、環境モチベーター14名全員がユニリーバ財団に関係する NGO のスタッフであった。現在は半数の7名が美化・公園局の契約職員として移籍し、その業務は Kelurahan 配置の環境ファシリテーターと同様の内容に限られ昇進制度の対象外である。

この SGC キャンペーンの推進体制の変化については、美化・公園局及び NGO PUSUDAKOTA の聞き取りに前田¹²⁾の報告を補足して図4-3にまとめた。

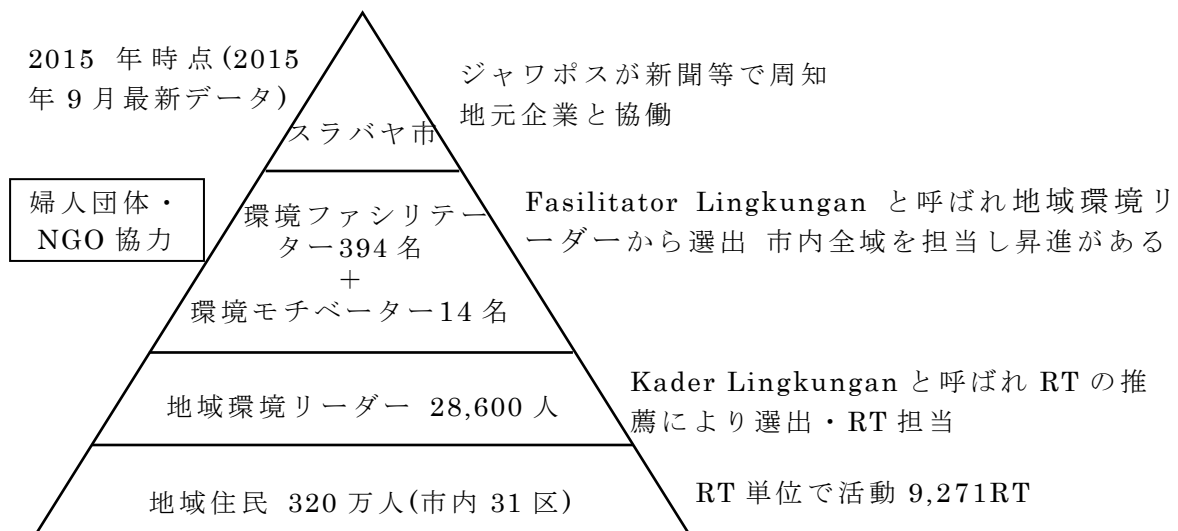
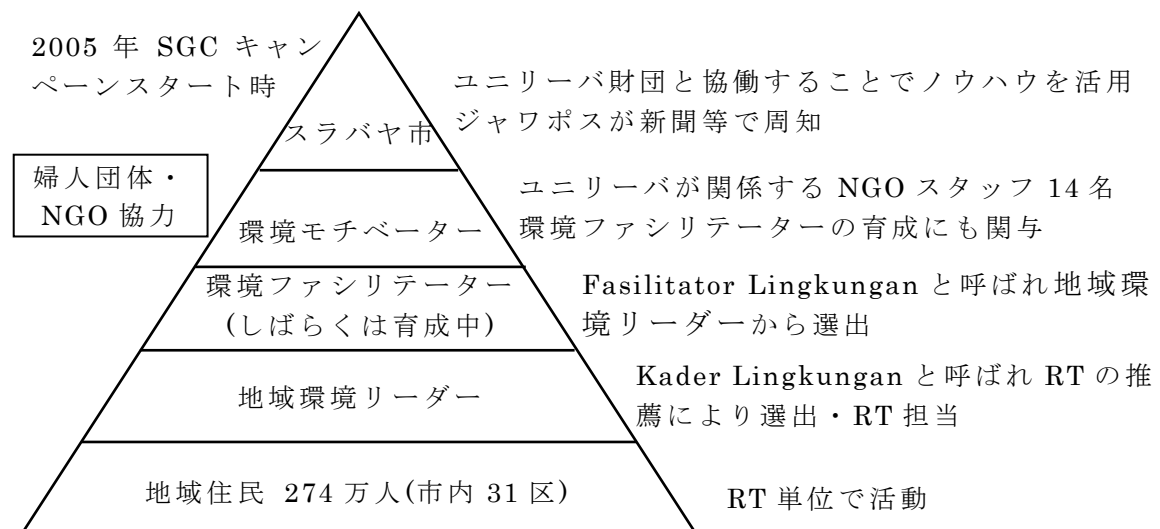


図 4-3 SGC キャンペーン推進体制の移り変わり

地域環境リーダーの充足, 環境ファシリテーターの任命数削減と昇進制度の採用及び, 環境モチベーターの役割の変化及び, 表 3-2 に示す SGC キャンペーンの入門編ともいえる MDS キャンペーンの創設から考えると, スラバヤ市はユニリーバ財団から SGC キャンペーンに係わるノウハウを完全に取り込み施策展開しているといえる。

SGC キャンペーンの実施体制構築と運用に当たって, ユニリーバ財団はかなりのノウハウを提供しているが, 環境モチベーターの聞き取りにあるよ

うに、ユニリーバ財団にとっては、スラバヤ市との協働による SGC キャンペーンの展開は、新たな CSR 手法の取得となり、その後、同様のキャンペーンがジャカルタ市やマカッサル市で展開されている²¹⁾。さらに SGC キャンペーンよりも手軽に実施できる MDS キャンペーンをパレンバン市、デンパサール市等計 8 都市にまで広げていることも分かった。特に高倉式コンポストによる家庭での取り組み事例は貴重なノウハウであったと考える。これらのことを考慮すると、スラバヤ市とユニリーバ財団は協働により、Win-Win の関係を構築することができたことは明白である。このように企業側からの一方的な提供だけでなく Win-Win の関係が構築できると、企業も継続した協働として参画しやすくなる。

4.2.2 SGC キャンペーン等の推進と継続

スラバヤ市は SGC キャンペーン等を推進し、その継続を確保するために、地域環境リーダーや環境ファシリテーターの育成と配置だけでなく、SGC キャンペーン等にも工夫を凝らした。

美化・公園局からの聞き取り情報と表 3-1、3-2 が示すように、コミュニティが参加しやすいキャンペーンとなるように、初心者向け MDS キャンペーンとその上位プログラム SGC キャンペーンの 2 種類を用意したり、SGC キャンペーンにランク分けを設けたりして、コミュニティの状況や力量に応じて参加できる仕組みを取り入れた。この時、上位入賞者が同一キャンペーンやランクに留まり続け賞を独占しないように、次回参加時は上位プログラムまたは上位ランクへ移行させる仕組みとなっている。成績優秀なコミュニティや人物に対しては、表彰・賞金授与、新聞社 Jawa Pos のマスコミ報道による周知や、海外を含むスラバヤ市への来客者の訪問先にも指定することで、社会的地位も確立されるように配慮している。このようにして、未整備なコミュニティの参加やステップアップを促し、高いレベルでの維持がなされるように様々な工夫が施されている。

その結果、SGC キャンペーン等への参加コミュニティ数は表 3-4 が示す

ように推移している。SGC キャンペーンスタート当初は 300 コミュニティ程度の参加であったが、2012 年以降は約 1,300 コミュニティの安定した参加となった。2014 年には市内コミュニティ数 9,271 ヶ所に対し累計 15,000 コミュニティ以上の参加がみられ、平均するとコミュニティは 1 回以上 SGC キャンペーン等に参加したことになる。SGC キャンペーン等に参加したコミュニティは、写真 3-1 に示すような「清潔で緑豊かなコミュニティ」として維持されることとなる。調査時には移動する車窓から眺めることができたコミュニティのほとんどが、写真 3-1 の様相であることが観察できた。

SGC キャンペーン参加後のコミュニティの環境・衛生活動の継続については次のように推察できる。

コミュニティのアンケート調査から得られた「コンポスト化に取組み始めた理由の半数が環境意識である」ことから考えると、住民の環境・衛生意識は地域環境リーダーの啓発活動等により高められている。環境ファシリテーターの聞き取りから得た「SGC キャンペーン等だけでなく東ジャワ州等の別の環境コンテストへも参加」「コミュニティ全体をエコツーリズムとして発信する独自の取り組み」の情報と合わせて考えると、コミュニティは環境・衛生活動を継続し、レベル高く維持している。特に環境ファシリテーターが「継続して発展し続けるためには支援を待つだけでなく、自分で何か始めなくてはいけない。」と語っていたことが印象的である。

また、NGO PUSUDAKOTA が課題として挙げた「キャンペーン後の住民のモチベーションの低下」に対しては、「キャンペーン中のような熱気溢れる状態から活動は落ち着き、常態化している。」と答えることができる。

4.2.3 家庭での生ごみコンポスト化による直接的な廃棄物削減について

Jawa Pos, 環境モチベーター, Jambangan 地区の主婦, 中学校及び RT 長の聞き取り調査とコミュニティのアンケート調査から明らかとなったが、住民はスラバヤ市の高倉式コンポストの限られた無料配布を待つだけでなく、〇〇kura と称する類似品や同等品を安価に自主製作したり、スラバヤ

市公認の高倉式コンポストの製作団体から購入するなど、住民の自発的な生ごみコンポスト化への取り組みも多数あることが分かった。2010 年公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)は、スラバヤ市が配布した高倉式コンポストの無料配布累計数 17,072 個に対し、この無料配布累計数に自作類似品や製作認定団体からの高倉式コンポストの購入を含め(自作類似品等を含めた高倉式コンポスト)、その導入家庭数を 40,000 世帯以上と推定した⁷²⁾。そして、2014 年の自作類似品等を含めた高倉式コンポストの普及数を次のように推定した。2012 年から美化・公園局の配布プログラムに開発計画局の配布プログラムが加わったことから考え、2010 年と同様に普及していると仮定する。すなわち、2010 年に IGES が推定した自作類似品等を含めた高倉式コンポストの普及数 40,000 個と 2010 年スラバヤ市高倉式コンポスト無料配布累計数 17,072 個の比(40,000 個/17,072 個)を、2014 年にも同様に当てはめる。

2014 年スラバヤ市高倉式コンポスト無料配布累計数：24,381 個

2014 年自作類似品等を含めた高倉式コンポスト推定普及数：57,100 個
(24,381 個×40,000 個/17,072 個)

インドネシアの国営電力会社 PLN の顧客情報⁷³⁾によると、2014 年のスラバヤ市内の電力契約世帯数は約 904,566 世帯である。この世帯数をベースとして、自作類似品等を含めた高倉式コンポストの家庭への普及率を求めると約 6.3%である。また、家庭での生ごみコンポスト化による生ごみ処理量は、次のように推定される。

$57,100 \text{ 個} \times 0.84\text{kg/日} = 47.96\text{t/日}$

なお、生ごみ処理量はコミュニティのアンケート調査時の平均値 0.84kg/日を用いた。

2013 年のスラバヤ市の GRP は 302 兆 7560 億 Rp に対し、2014 年は 351 兆 5090 億 Rp と経済は成長しているにも関わらず、廃棄物発生量は 2013 年 1,395t/日に対し、2014 年は 1,400 t/日とほとんど増加していない。これ

は廃棄物管理改善に取り組んだ成果であり、2014 年の廃棄物削減量を 2013 年の GRP 当りの廃棄物発生量からの推定値と、2014 年廃棄物発生量の差として推定した。

2014 年の廃棄物削減量推定値：220t/日

$(4.61\text{kg}/10 \text{ 億 Rp 日} \times 351,509 \cdot 10 \text{ 億 Rp} - 1400\text{t/日})$

2014 年廃棄物削減量 220t/日に対し、家庭での生ごみコンポスト化による生ごみ処理量は 48 t/日であり、コンポスト化による削減への寄与は限定的であった。

4.2.4 SGC キャンペーン等の推進による廃棄物削減への貢献

それでは残りの削減量はどこに求めることができるのだろうか？それに対し、前田の次の考察¹²⁾は参考になる。「各家庭での堆肥化の推進の結果、生ごみだけでなく、その他の乾きごみの削減も進んだということである。これは、多くの地域でリサイクル可能ごみの収集と換金、それと地域緑化・美化キャンペーンの一環としてプラスチックごみ利用によるバッグや傘等の日用品の製作等が実践されていることから裏付けられる。このように、家庭での堆肥化の取り組みの推進は、ごみの減量化において、実際の生ごみ削減量の 2 倍以上の削減効果があると推定される。」

これに対し、今回の調査で環境ファシリテーター等からは、これを裏付ける内容を聞き取ることができた。

- ・ Kelurahan Jambangan RW3 地区から排出されるごみの合計は 12.5t/月、うち 9.5t/月はリサイクルされ、最終処分に回るのは 3t/月である。
(リサイクル率 76%)
- ・ 資源ごみと生ごみの分別の徹底を指導している。資源ごみはごみ銀行に持ち込んだり、バッグ等のリサイクル工作に使う。生ごみは高倉式コンポスト等で処理する。

また、スラバヤ市は 2012 年 2 月に東京都で開催された第 1 回「環境未来都市」構想推進国際フォーラムにおいて、「コミュニティのリサイクルによ

る廃棄物の削減量は、2011 年で平均一日当たり 147.54 トンである」と報告しており⁷⁴⁾、その時のコミュニティの廃棄物削減例を表 4-3 に示す。コミュニティで分別した資源ごみを回収し専門業者にまとめて販売するシステム「ごみ銀行」が、コミュニティの廃棄物量削減に大きく寄与していることが分かる。ごみ銀行の開設数は表 3-7 に示すように増え、2014 年には 200 ヶ所となった。

表 4-3 コミュニティのリサイクルによる廃棄物削減量

地域名	世帯数(世帯)	廃棄量 (m ³ / 月)		削減率(%)
		取組前	取組後	
Rungkut Lor RW IV	1,165	65	16	75.4
Mojo RW XII	1,156	262	139	46.9
Kebunsari RW II	638	63.16	21.76	65.5
Tenggilis Mejoyo RW IV	791	420	90	78.6
Ketintang RW III	720	618	210.4	66.0
Pakis RW III	1,056	202.8	147.33	27.3
Karah RW V	500	58	13.34	77.0

SGC キャンペーン等の進展はコミュニティのリサイクル活動を促進することとなり、缶・ビン・ペットボトル・古紙等の資源ごみは市内 200 ヶ所の「ごみ銀行」に持ち込まれ、生ごみは家庭でコンポスト化されることとなった。その結果、コミュニティのリサイクル化による大幅なごみ削減に繋がっている。

高倉式コンポストが様々な関係者が満足できる技術として普及したことで、住民の自発的な生ごみコンポスト化への取り組みも増え、SGC キャンペーン等の進展に深く関わった。

4.2.5 コンポストセンターの整備

スラバヤ市は、熱帯地方でもあり植物の成長は旺盛であることから、大量の剪定枝や落ち葉等が発生する。この剪定枝等は、高倉式コンポストの波及

により整備されたコンポストセンター(23ヶ所・総能力 147m³/日以上)でコンポスト化することで、廃棄物量の増加を抑制している。この量は 44.1t/日(147m³/日×比重 0.3t/m³)と推定される。同様の波及効果により、北九州市の支援を受けた大規模コンポストセンター(1ヶ所・能力 20t/日)の試験運用も始まり、今後拡充して 150t/日の生ごみ類を受け入れる予定である。これらの点も高倉式コンポストが役割を果たしたと評価できる。

4.3 今後のスラバヤ市の廃棄物管理

廃棄物組成について一般的には表 4-1 が示すように、経済成長とともに生ごみが占める割合は減少する傾向にある。しかし、スラバヤ市では 2002 年調査時の生ごみが占める割合 55.6%が、2013 年の調査⁷⁵⁾では約 62%と増加している。これは、家庭生ごみコンポスト化の廃棄物削減への寄与率が 19.9%と限定的であったことから考え、住民は生ごみコンポスト化に取り組むよりも資源ごみ回収に取り組む方が容易であり、コミュニティのリサイクルは資源ごみ回収のウエイトが高くなっている推察できる。すなわち生ごみコンポスト化の進展の余地は十分にあると考えられる。

スラバヤ市の緑化に必要とされるコンポスト量を次のように見積もった。スラバヤ市は Green Open Space(GOS: 環境緑地開発)を進めており、スラバヤ市面積に対する GOS の比率は SGC キャンペーンスタート(2005 年)以前は 10%未満⁷⁴⁾であったが、2009 年には 20.2%⁷⁶⁾と大幅に増え維持されている。GOS 面積内訳⁷⁶⁾から、施肥管理によるコンポスト要求量を次のように見積もった。

- ・ コミュニティ関連緑地：面積 114ha に対し生ごみコンポスト要求量 1,140t/年。(緑地に対し花卉栽培 2 作実施 1 , 基準施肥量⁷⁷⁾: 10t/ha・2 作)
- ・ その他施肥管理が必要な緑地(公園等): 面積 2,241ha に対し剪定屑コンポスト要求量 22,410t/年。(緑地面積の 25%が花卉栽培 2 作, 25%が樹

木栽培実施，基準施肥量⁷⁷⁾：花卉栽培 20t/ha・2 作，樹木栽培 20t/ha)

これに対し，スラバヤ市内で生産されるコンポスト量は次のように見積もった。

- ・ 住民が生産する生ごみコンポスト：投入生ごみ量の 12%がコンポストとなり，2,101t/年。(生ごみ水分 80%・分解率 70%⁷⁸⁾，コンポスト水分 50%) $57,100 \times 0.84\text{kg/日} \cdot \text{個} \times 365 \text{ 日/年} \times 0.12 = 2,101\text{t/年}$
- ・ コンポストセンターで生産する剪定屑コンポスト：投入剪定屑量の 96%がコンポストとなり，15,453t/年。(剪定屑水分 40%・分解率 20%⁷⁸⁾，コンポスト水分 50%) $44.1\text{t/日} \times 365 \text{ 日/年} \times 0.96 = 15,453\text{t/年}$

コミュニティ関連緑地での生ごみコンポスト要求量 1,140t/年に対し生産量 2,101t/年，その他施肥管理が必要な緑地での剪定屑コンポスト要求量 22,410t/年に対し生産量 15,453t/年となった。美化・公園局からの聞き取りにあるように，生産されるコンポスト量は不足する傾向にあり増産が望まれる。GOS 比率最終目標 30%⁷⁹⁾達成に向けた緑化の推進は，益々コンポストの製造を促すことになる。

スラバヤ市は廃棄物管理改善を進めるために SGC キャンペーンと MDS キャンペーンを中心に展開し，住民から選ばれた地域環境リーダーと環境ファシリテーターが住民を直接指導することで，高倉式コンポストによる家庭での生ごみコンポスト化と資源回収システムのごみ銀行が，草の根的に定着している。高倉式コンポストの波及は市内 23 ヶ所にコンポストセンターの整備・運営を促し，大規模コンポストセンターの拡充(予定)へと広がっている。一方で廃棄物管理改善に無関心な地域もある。これに対してはスラバヤ市美化・公園局からの聞き取りにあるように，資源ごみ分別回収センターが整備された。当センターの運営により，資源ごみのリサイクル化と残渣物のコンポスト化が推進される。

また，スラバヤ市は GOS 比率目標 30%達成に向けた取り組み推進と，SGC キャンペーン等の取り組みを盛り込んだスラバヤ市グリーン都市マス

タープラン（Green City Master Plan）⁸⁰⁾を作成しており、今後も廃棄物量は低レベルで安定化し維持されるものと推察される。スラバヤ市グリーン都市マスタープランの概要を表 4-4 に示す。

表 4-4 スラバヤ市グリーン都市マスタープランの概要

分野	計画内容
1.GREEN PLANNING AND DESIGN	Spatial planning which 30% area of Green Open Space from the total area of Surabaya.
2.GREEN OPEN SPACE	Expansion and optimization of Green Open Space.
3.GREEN BUILDING	The determination of green building development policy and infrastructure, the enforcement of Green Open Space.
4.GREEN TRANSPORT	Application Planning of Rapid Mass Transportation in form of Monorail and Train, provision of non-motorization vehicle network.
5.GREEN COMMUNITY	Training of facilitators and env cadres, conducting Merdeka dari Sampah (Free from waste) & Surabaya Green and Clean Event.
7.GREEN WATER	Development of clean water network and potable water, wastewater network management and urban domestic waste.
8.GREEN ENERGY	Development of alt energy such as solar cell on public infrastructure, development of cogeneration power source in the industry.

4.4 高倉式コンポストが普及した要因

スラバヤ市の廃棄物管理改善の成功には、高倉式コンポストの普及拡大、すなわち地域技術として定着したことに深く関係している。ここでは高倉式コンポストが普及した要因について考察した。

4.4.1 高倉式コンポストの特性

高倉式コンポストの特性については、NGO PUSUDAKOTA , Jawa Pos, 環境モチベーター, Jambangan 地区の主婦, 中学校及び RT 長の聞き取り調査から次のようにまとめることができる。「コンポスト化に効果的である」「子供でも取り扱うことができるほど取り扱いが簡単」「直ぐに処理できる」

「便利」「コンパクトで置き場所を選ばない」「値段も安い」「教育的効果が
高く、授業に導入しやすい」「住民に薦めやすい」「知人に薦められる」「自
分が教えることができる」「良質なコンポストが得られる」「簡単で楽しい」
「水も出てこない」そして、1.1.3 コンポスト化導入による廃棄物管理改善
で前述した既報告^{16,19,20,21,22,27,28)}が挙げている特徴とインセンティブとを
合わせると、高倉式コンポストの特性は次のようにまとめることができる。

- ① コンパクト性：省スペースで屋内でも使用できるなど場所を選ばず、
移動も簡単である
- ② 取扱い：子供でも使用できるほど簡単で、悪臭や水も出ることなく分
解も速い
- ③ コスト：安価でローエネルギーである
- ④ 楽しさ：直ぐに処理ができ、1～2週間で良質なコンポスト化が可能で
ある
- ⑤ 波及：生ごみコンポスト化を皆に勧めやすく、使用方法を教えること
ができ、授業導入による教育的効果も高い
- ⑥ ベネフィット：ごみの減少、緑化、衛生改善、収入が得られる

4.4.2 主婦の高倉式コンポストの使用について

主婦へのアンケート調査結果からそれぞれの項目について次のようにま
とめることができる。

① コミュニティで実施するコンポスト化の基本的な情報

コンポスト化に取り組み始めた理由の半数が環境意識からであり、実利的ま
たは強制的な動機を大きく上回っていた。これは地域環境リーダー等の継続
的な活動により、住民への環境・衛生教育が十分に行き渡っている結果を反
映していると考えられる。

コンポスト化の対象は生ごみと食べ残しであり、1日当たりの処理量は
0.5～1.0kgが76%を占め平均すると0.84kgであった。また、発生した生ご
みの半分以上はコンポスト化しているが、その処理割合は家庭によって異な

る。これは全ての生ごみを必ずコンポスト化するのではなく、高倉式コンポストの数、生ごみ発生量、発酵床の状態など各家庭の事情に応じて調整していると考えられる。この調整が無理をせず生ごみコンポストを継続することができる秘訣でもある。

② 家庭で取組むコンポスト化の情報

全員が高倉式コンポストを使用し、一部は他の手法と併用している。これは従来から使用されているコンポスターは容量が大きいので(写真 4-1,4-2)、生ごみ量が多い時や分解に時間を要する剪定枝や落ち葉等植物系に有効であり、コンポスターと高倉式コンポストの使い分けや併用がなされていると考えられる。また、高倉式コンポストを複数個使用している家庭が複数観察できた。生ごみ量を多く処理すると水分過多等のトラブルが生じやすくなるため、複数個使用することで良好な状態を保ちやすくなり、また効率も良くなる(写真 4-3)。

高倉式コンポストの入手先は主には市役所、NGO、コミュニティ、企業であり、62%は市役所から入手している。このとき、市役所やコミュニティからは無料で提供を受けているが、NGO や企業からは購入していると考えられる。主婦にとって決して安くない金額 50,000～100,000Rp で購入したり、従来の手法も含め生ごみコンポスト化の取り組みに 11 年の経験を有する主婦もいることから、コンポスト化の取り組みへの理解だけでなく、自身への何らかのメリットも受けている結果であると推測できる。



写真 4-1 コンポスターの外観



写真 4-2 コンポスター内は植物系残渣が多い



写真 4-3 生ごみ量が多い時は複数個使用

③ コンポスト化の取扱いに関する情報

技術指導は基本的に容器の提供先又は購入先から受けているが、その後のフォローアップに地域環境リーダーが係わっており、SGC キャンペーン等を推進する体制が十分に機能している。

高倉式コンポストの取扱いは簡単であるが、生ごみを小さく切ることやかき混ぜることの面倒さと虫の発生が、主婦として敬遠したい点である。これらの点を認識して高倉式コンポストの導入やフォローアップを実施する必要があると考えられる。

できたコンポストは自宅の植栽用コンポストとして自家消費するなど用途が決まっている。これは実施者のメリットにもなり、継続するためのモチベーションにもなる。

④ コンポスト化に取り組んだ実感に関する情報

高倉式コンポストを使用することで、全員が何らかのメリットを得ている。

生ごみ処理による「ごみの減量化」「衛生環境の改善」「悪臭発生抑制」と、できたコンポストによる「販売収入」「自宅の緑化維持・促進」というメリットを実感している。そして、高倉式コンポストへの満足度も高く、その継続性と他者への波及が期待できる。

また、筆者が高倉式コンポストを開発した 2006 年に、高倉式コンポストの技術の完成度の確認と普及を目的として、NGO の協力を受け、近所のコミュニティの主婦 100 名に対しモニターを依頼した。その数か月後、アンケート調査を実施しており⁸¹⁾、その結果を図 4-4 に示す。アンケート調査対象 100 世帯、有効回答率 36%

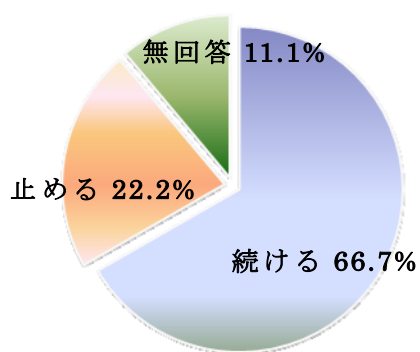


図 4-4-1 高倉式コンポストの継続性

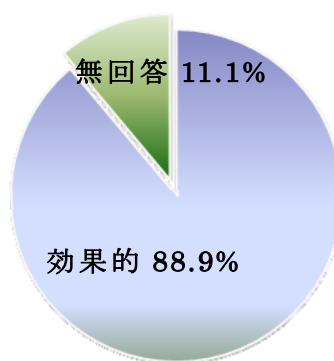


図 4-4-2 高倉式コンポストの効果

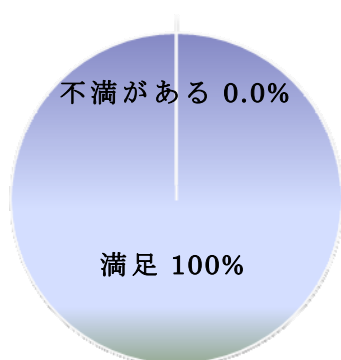


図 4-4-3 高倉式コンポストの満足度

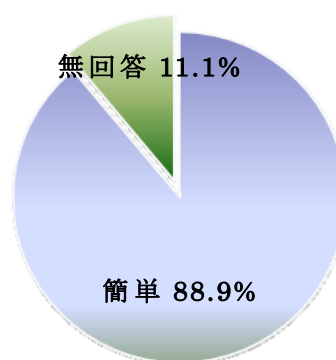


図 4-4-4 高倉式コンポストの取扱い

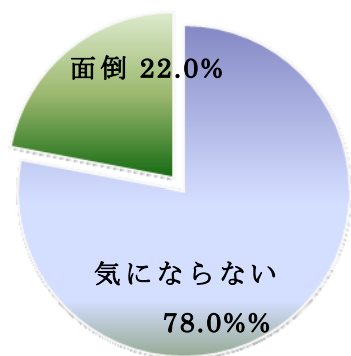


図 4-4-5 生ごみを小さく切る

主婦が初めて高倉式コンポストに取り組んでみて、22%の主婦が生ごみを小さく切ることが面倒と感じたが、90%の主婦が取り扱いが簡単である及び生ごみ処理に効果的であると答えた。そして、高倉式コンポストを取り扱ってみた満足度は100%であった。ただし、高倉式コンポストの使用の継続性は67%程度でしかなかった。

全く初めて高倉式コンポストを使用した主婦と3年以上使用している主婦とを比較すると、「取り扱いやすさ」「使用した満足度」「面倒さ」については同じもしくは大差無いが、継続性については67%から100%に向上している。これは地域環境リーダーの地域に密着した指導・フォローアップ体制が整っていることと関係していると考えられる。

本調査並びに2006年のアンケート調査から、主婦の高倉式コンポストの捉え方について、次のようにまとめることができる。

高倉式コンポストは取り扱いが簡単で、生ごみ処理に効果的であり、長く続けることができる。そして、生ごみを小さく切るなどの面倒さや嫌な虫の発生などもあるが、ごみの減量化、衛生環境の改善、緑化推進等の様々な便益を得ることもできるため、使用した満足度は高く他者へも勧めることができる。ただし、全ての生ごみを1つの高倉式コンポストだけで処理するのではなく、複数個の使用や従来の方法で生ごみと剪定枝とを混合処理するなど、

状況に応じた工夫を加えることも必要である。

そして、これは地域環境リーダーの地域に密着した指導・フォローアップなどのサポートがあったからこそその捉え方であると認識すべきである。

4.4.3 スラバヤ市による高倉式コンポスト使用の推奨

アキノら²⁴⁾の報告によると 2001 年にスラバヤ市は、アンケート対象の Jambangan 地区で SGC キャンペーンのモデル事業をスタートさせた。当時のコンポスト化技術は未熟であり、住民のモチベーションは専ら資源ごみの売却益に偏っていたところに、2006 年「待ち望まれていた適正な技術」として高倉式コンポストが導入された。そして、美化・公園局と NGO PUSUDAKOTA からの情報にあるように、高倉式コンポストの技術情報を公開するとともに SGC キャンペーン等での推奨、無料配布が始まり、同年コンポスト化導入による廃棄物管理を条例化(N_o1/2006)^{14,28)}した。スラバヤ市が高倉式コンポストを SGC キャンペーン等の中心に位置付け、その使用の推奨と無料配布の継続は、この廃棄物条例を根拠に実施していると考えられる。

スラバヤ市は高倉式コンポストの有効性を認識し、NGO PUSUDAKOTA の情報にあるようにウェブサイト⁶⁴⁾や雑誌⁶⁶⁾を活用した。そして Jawa Pos の情報にあるように、SGC キャンペーンの協働企業である Jawa Pos はメディアの立場から情報発信するなどして、住民自らも積極的に取り組むよう推奨した。これにより、Jawa Pos、環境モチベーター、Jambangan 地区の主婦、中学校及び RT 長の情報にあるように、住民は高倉式コンポストの無料配布を待つだけでなく、正規品と同等もしくは類似品を自主製作してコミュニティ内に配布するなど、その使用を他者へ勧めることとなった。

RT 長の聞き取りにあるように地域環境リーダーが中心となる高倉式コンポストの導入及びフォローアップ体制が充実しており、住民も安心して高倉式コンポストに取り組むことができる。また、次世代に対しては中学校の聞き

取りにあるように、中学校の環境教育として高倉式コンポストが導入されており、次世代に引き継がれることになる。

4.5 まとめ

本調査により、スラバヤ市において高倉式コンポストの役割と廃棄物減量化への有効性並びに、当技術が普及した理由が明らかとなった。

4.5.1 高倉式コンポストの役割と廃棄物減量化への有効性

- ① スラバヤ市が SGC キャンペーン等を通じて無料配布することで普及した高倉式コンポストは、2014 年には累計 24,381 個となり、住民の自作類似品等を含めた高倉式コンポストの普及数は 57,100 個と推定された。高倉式コンポストの普及が、住民の自発的な家庭での生ごみコンポスト化の定着を促したと評価される。
- ② スラバヤ市の埋立処分削減量 241t/日(2006 年～2014 年の間)に対し、家庭での生ごみコンポスト化による直接的な削減量への寄与率は 19.9%と限定的であった。しかし、高倉式コンポストの普及が SGC キャンペーン等の進展と表裏一体となったことで、コミュニティで分別回収された資源ごみの買い取り制度「ごみ銀行」と生ごみのコンポスト化活動を促進することとなり、廃棄物削減に貢献していると評価される。
- ③ 高倉式コンポストの波及により整備されたコンポストセンター(市内 23 ヶ所・総能力 147m³/日以上)での剪定屑等のコンポスト化は、44.1t/日の廃棄物量の増加を抑制していると推定される。
- ④ (1)～(3)により、スラバヤ市の GRP 当たりの廃棄物発生量は 2006 年から 2014 年の間減少傾向を示し、2011 年以降は 60%以上削減して安定化するとともに、2014 年にはさらに削減が進み約 70%の削減が達成されている。
- ⑤ スラバヤ市の一人当たり GRP に対する一人当たり廃棄物発生量は、一人当たり GRP が同程度のアジア及びラテンアメリカの他都市と比較す

ると、2011 年からその乖離が明確となり低いレベルで安定化し、2013 年からは半分にまでなっている。

- ⑥ 廃棄物管理改善の進展により資源ごみ回収センターの整備と、高倉式コンポストの波及により生ごみ類を受け入れる大規模コンポストセンターの拡充が加わり、廃棄物管理改善に無関心な地域を補うことになる。
- ⑦ スラバヤ市の都市緑化率 30%の目標達成に向けた行動により、製造されたコンポストは緑化推進のために継続して使用される。
- ⑧ スラバヤ市はグリーン都市マスタープランに GOS 比率目標 30%達成に向けた取り組み推進と SGC キャンペーン等の取り組みを盛り込んでおり、今後も廃棄物量は低レベルで安定化し維持されるものと推察される。

4.5.2 高倉式コンポスト技術が普及した理由

(1) SGC キャンペーン等の進展が高倉式コンポストの普及を促進

- ① スラバヤ市は 2006 年にコンポスト化導入による廃棄物管理を条例化 (No1/2006)したことで、SGC キャンペーン等と条例の両面で高倉式コンポストの使用を推進し無料配布を継続している。
- ② 地域環境リーダーが中心となった高倉式コンポストの導入及びフォローアップは、SGC キャンペーン等の推進体制に組み込まれたことで充実しており、SGC キャンペーン等の進展が高倉式コンポストの普及を促している。
- ③ スラバヤ市は SGC キャンペーン実施に当たり、企業の様々なノウハウの取り込みと協働、コミュニティ組織を利用した推進体制の構築及び、住民から地域環境リーダー等を育成することで、SGC キャンペーンは草の根的に広がった。
- ④ スラバヤ市は SGC キャンペーンへのコミュニティの参加促進やモチベーションを高く維持するために、ランク分け、表彰、マスコミ報道による社会的地位の確立など様々な工夫を加えた。

(2) 高倉式コンポストの有効性

- ① スラバヤ市は高倉式コンポストの有効性を認識し、ウェブサイトや雑誌、そして SGC キャンペーンの協働企業であるメディアの情報発信により、住民の積極的な取り組みを推奨した。
- ② 主婦にとって、高倉式コンポストの特性「コンパクト性」「取扱い」「コスト」「楽しさ」「波及」「ベネフィット」は納得でき、使用時の満足度が高い。
- ③ 特に主婦が直接得ることができるベネフィットの意義は大きく、混ぜる・小さく切る等の面倒さや虫の発生を敬遠したいと思う部分を越えており、その使用を他者へも勧めている。
- ④ 高倉式コンポストを学校教育にも取り入れたことで次世代に継続される。

参考文献

- 68) (独)国際協力機構 国際協力総合研修所：開発途上国廃棄物分野のキャパシティ・ディベロップメント支援のために－社会全体の廃棄物管理能力の向上をめざして－,pp.49-50 (2005)
- 69) 高倉弘二，白井義人：開発途上国における生ごみコンポスト化技術「高倉式コンポスト」が果たした役割とその効果についての調査－インドネシア共和国スラバヤ市の事例－，廃棄物資源循環学会論文誌 第 27 巻，pp. 84-91(2016)
- 70)Siemens：Asian Green City Index(2011), http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_asia.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 71)Siemens：Latin American Green City Index (2010), http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_latam_en.pdf (2015 年 3 月 10 日アクセス)
- 72) 公益財団法人地球環境戦略研究機関：クリーンアジア・イニシアティブ ニュースレター vol.10 (2013) ,https://www.env.go.jp/earth/coop/coop/cai/pdf/newsletter_j_vol10.pdf (2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 73) Surabaya City：INFORMASI PATA POKOK SURABAYA TAHUN 2014,pp287, http://www.surabaya.go.id/uploads/attachments/2015/11/3924/idp_surabaya_2014_-_ukuran_kecil_v13_revisi.pdf (2016 年 5 月 1 日アクセス)
- 74) スラバヤ市庁代表团：スラバヤ市の低炭素化への取り組み，http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kankyo/H23_forum/surabaya.pdf (2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 75) 株式会社西原商事，株式会社 NTT データ経営研究所共同企業体：平成 24 年度政府開発援助 海外経済協力事業委託費による「途上国政府への普及事業」ファイナル・レポートインドネシア共和国リサイクル型廃棄物中

- 間処理施設パイロット事業 平成 25 年 4 月 (2013 年) , http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/kanmin/chusho_h24/pdfs/f01-1.pdf(2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 76) M.A.SUHUDI : SURABAYA TOWARD SUSTAINABLE CITY, http://www.iges.or.jp/isap/2013/PDF/PL7/ISAP_PL7_5_musdiqalisuhudi.pdf (2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 77) 藤原俊六郎 : 堆肥のつくり方・使い方, (社)農山漁村文化協会 pp.136(2003)
- 78) 北海道大学廃棄物処分工学研究室 : さまざまな有機性廃棄物を対象とする堆肥化施設・メタン発酵施設に関する調査分析 2011 年 3 月, <http://labs.eng.hokudai.ac.jp/labo/waste/wp-content/uploads/2014/03/report3.pdf> (2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 79) Y. Winarto, B. Oktafiana, H. Santosa : Stimulation Strategy of Public Participation in Real-Estate Settlement Toward Sustainable Green City Development Case Study: Middle-upper Settlement Region in Surabaya, Vol. 2 No. 12, pp.229-236 (2014) , <http://www.ijern.com/journal/2014/December-2014/21.pdf>(2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 80) M,Anityasari,M ; CLOSING REMARKS INTERIM MEETING OF “PROJECT ON LOWCARBON & ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE CITY PLANNING IN SURABAYA, INDONESIA, Interim Meeting for the Project on Low-Carbon City Planning in Surabaya, Indonesia, 20 Nov. 2013, http://www.iges.or.jp/files/research/sustainable-city/PDF/20131120/8_Closing%20Remarks.pdf (2015 年 10 月 1 日アクセス)
- 81) 財団法人 北九州国際技術協力協会 ;平成 17 年度インドネシア国スラバヤ市における分別収集・堆肥化による廃棄物減量化・リサイクル促進事業報告書(2006) (未発表)

第5章 将来展望 開発途上国への展開

スラバヤ市は様々なステークホルダーを巻き込んだSGCキャンペーン等を通じて、全市を挙げた廃棄物管理改善に取り組んだ結果、人口300万人超の大都市にも係わらず、5年間で埋立処分量を大幅に削減し、清潔で緑溢れる都市へと変貌した。今では、廃棄物管理改善は市民に定着し継続的に取り組まれることとなり、この都市環境を維持している。また、スラバヤ市は経済発展に反して廃棄物量の増大を抑制しており、人口と経済が同規模程度のアジアやラテンアメリカの都市と比較しても、一人当たりGRPに対する一人当たり廃棄物発生量は大幅に抑制されている。

ここでは、高倉式コンポストを技術移転して、他の開発途上国や地域における廃棄物問題低減の一助となりえるか考察した。

5.1. 高倉式コンポストの適正技術としての評価

廃棄物問題は、その国・地域の歴史、伝統・文化、経済等社会の様々な要因を映し出しており、その状況は千差万別である。そのため、廃棄物問題解決のためのベストプラクティスをパッケージ化し、地域の実情を無視しての導入は避けるべきであり、ましてや外部からのノウハウや設備の提供だけでは支援の意味がない。提供された支援が地域に定着し自立的に発展する必要がある。

高倉式コンポストについては、4.2.3 家庭での生ごみコンポスト化による直接的な廃棄物削減について述べたように、住民は無料配布数量が限られていたり、正規品の購入が高価なため、その使用をあきらめるのではなく、「〇〇kura」との名称を付けた高倉式コンポストの類似品を多数自主製作し、コミュニティ内に配布・使用することで広がっているという現象が生じている。主婦が製作した使用済みペンキの容器(インドネシア語:Tong)を使った「Tongkura」を写真5-1に示す。さらに、4.4.1 高倉式コンポストの特性で述べたコンパクト性から、写真5-2,5-3に示すように設置場所の選択

肢が広がり，様々な家庭に対応可能が可能である。今では類似品を含め推定 57,100 個が使用されており，地域技術として定着することで草の根的に普及・拡大している。



写真 5-1 自作容器「Tongkura」（調査時撮影）



写真 5-2 玄関先(調査時撮影)



写真 5-3 台所内(2007.12 撮影)

他の開発途上国における廃棄物問題解決の一助として高倉式コンポストを技術移転し、自発的な廃棄物管理改善の進展を促すためには、スラバヤ市の事例が示すように地域技術として定着することが求められる。すなわち、移転する技術には地域にとっての適正性が必要であり、ここでは高倉式コンポストの適正技術としての評価を行った。

5.1.1 適正技術とは

廃棄物管理分野における適正技術の要件として、独立行政法人国際協力機構(JICA) 国際協力総合研修所⁸²⁾では次のようにまとめている。

適正技術は主に次の 4 要件から構成され、これらが等しく満たされることが必要である。また、「現地で調達可能な原料」「機材」「労働力」「技術力」などが考慮される場合もある。

- ① 技術的に受け入れられること (Technically viable)
- ② 経済的に受け入れられること (Economically feasible)
- ③ 文化的に受け入れられること (Culturally accepted)
- ④ 環境と調和的であること (Environmentally sound)

また、堀尾⁸³⁾は技術の適正性を決めるには「二つの側面と8つの要件」があると述べている。

(1) 第一の側面：普遍的な公正性の4要件

- ① 持続性（エネルギー・環境にかかわる本質的持続性）
- ② 生命への優しさと安全性
- ③ 人間の尊厳の保障
- ④ 犯罪・暴力・武力への抑止力

(2) 第二の側面：地域適合性の4要件

- ① 地域の気候風土および既存のインフラ
- ② 産業(既存の量産部品の転用や再利用)
- ③ 資金力(低コスト性)
- ④ ガバナンスの状況や文化的伝統

さらに公益社団法人国際厚生事業団⁸⁴⁾では、開発途上国への水道分野の国際協力における適正技術として、次のように述べている。

「途上国においては、新しい技術を導入すれば、たとえそれが生活改善を目的としているとしても、長年の伝統や習慣や経済的な価値観さらには文化を変えることに結び付く。従って途上国に導入する技術を適正に選択するためには、その地域の文化や習慣や生活を考慮し、人々が経費を負担でき、持続して利用できる技術の導入が必要となる。一般には低コストで設置が容易で、スペア部品が複雑でなく、管理が容易で技術の効果を認識でき、かつ、経済的価値を見いだせるもの」

これらのことから、移転技術の適正性を評価する上で、キーワードとして「技術レベル」「技術の効果」「持続性」「低コスト」「文化・伝統への適合」「環境配慮」「現地調達」の7項目を抽出した。

5.1.2 高倉式コンポストの適正技術としての評価

技術の適正性のキーワード7項目に対し、高倉式コンポストがどのように該当するのか表5-1にまとめた。

表 5-1 高倉式コンポストの技術の適正性に関する評価

評価項目	技術の適正性に該当する内容	記載箇所
①技術レベル	開発コンセプトはシンプルテクノロジーを目指す	参考文献 54)
	地域で容易に入手できる発酵食品，野菜・果物の表面，腐葉土，キノコなど身近に生息する微生物を利用する	1.4.3
	採取した微生物は実験室での分離培養は必要なく，対象に応じて「砂糖水または塩水」による簡易な方法で培養する	1.4.3
	使用方法は，生ごみを小さくして発酵床に入れて混ぜるだけである	1.4.3
	自らが応用・改善できる基礎を理解することができる	参考文献 54)
	子供でも使用できるほど簡単である	4.4.1
	生ごみコンポスト化を皆に勧めやすく，使用方法を教えることもできる	4.4.1
	主婦が類似品を製作し他者へ使用を勧めている(写真 5-1)	4.5.2
②技術の効果	直ぐに処理ができ，1～2 週間で良質なコンポスト化が可能である	4.4.1
	悪臭や水も出ることなく分解も速い	4.4.1
	ごみの減少，緑化，衛生改善，収入が得られる(写真 3-1)	4.4.1
	悪臭や水も出ることなく分解も速い	4.4.1
	コミュニティー体となった廃棄物管理改善が，長く消滅していた伝統的な相互扶助「gotong royong」を再生した	参考文献 21)
③持続性	開発コンセプトは地域で調達できる材料を利用する	参考文献 54)
	開発コンセプトは提供する技術・ノウハウは営利ではなく社会還元する	参考文献 54)
	地域で容易に入手できる発酵食品，野菜・果物の表面，腐葉土，キノコなど身近に生息する微生物を利用する	1.4.3
	省スペースで屋内でも使用できるなど場所を選ばず，移動も簡単である(写真 5-2,5-3)	4.4.1
	生ごみコンポスト化を皆に勧めやすく，使用方法を教えることができる	4.4.1

評価項目	技術の適正性に該当する内容	記載箇所
④低コスト	開発コンセプトはローエネルギー・ローコストを目指す	参考文献 54)
	開発コンセプトは地域で調達できる材料を利用する	参考文献 54)
	地域で容易に入手できる発酵食品、野菜・果物の表面、腐葉土、キノコなど身近に生息する微生物を利用する	1.4.3
	採取した微生物は実験室レベルの分離培養は必要なく、対象に応じて「砂糖水または塩水」による簡易な方法で培養する	1.4.3
	発酵床作製時の資材は、有機性廃棄物も利用するなど選択肢が広い	1.4.3
	容器は通気性が確保された構造であれば使用できるため、選択肢が広い	1.4.3
	電気等のエネルギーを必要としない	1.4.3
	安価でローエネルギーである	4.4.1
⑤文化・伝統への適合	開発コンセプトは地域の気候風土・習慣を考慮する	参考文献 54)
	インドネシアではコンポスト化は古くから行われており、インドネシアの文化となっている	参考文献 18)
	コミュニティー体となった廃棄物管理改善が、長く消滅していた伝統的な相互扶助「gotong royong」を再生した	参考文献 21)
	微生物の採取は特に伝統的な発酵食品が良い	1.4.3
⑥環境配慮	家庭での生ごみリサイクルを推進	—
	開発コンセプトはローエネルギーを目指し、化学物質を極力使用しない	参考文献 54)
	発酵床作製時の資材は、有機性廃棄物も利用するなど選択肢が広い	1.4.3
	電気等のエネルギーを必要としない	1.4.3
⑦現地調達	開発コンセプトは地域で調達できる材料を利用する	参考文献 54)
	地域で容易に入手できる発酵食品、野菜・果物の表面、腐葉土、キノコなど身近に生息する微生物を利用する	1.4.3
	地域に普通にある微生物培養用基材を用いて、発酵床を作製する	1.4.3
	容器は通気性が確保された構造であれば使用できるため、選択肢が広い(写真 1-3,1-4,1-5)	1.4.3

- ① 技術レベル：自らが応用・改善できる基礎を理解することができる技術であり、主婦が高倉式コンポストの類似品を製作し他者へ使用を勧めている。また、その使用方法是簡単である。地域に受け入れられやすい技術と判断できる。
- ② 技術の効果：悪臭や水も出ずに生ごみが直ぐに処理でき、1～2週間で良質なコンポスト化が可能である。その結果、ごみの減少、緑化、衛生改善、収入が得られ、伝統的な相互扶助の再生にも寄与した。日々発生する生ごみが悪臭も無く直ぐに処理でき、様々なベネフィットを得ることができる技術と判断できる。
- ③ 持続性：地域で調達できる材料で整え、屋内で使うことができる。悪臭や水も出ず簡単なので、皆に勧め教えやすい。技術・ノウハウは営利ではなく社会還元を目指す。社会還元を目指した情報公開と教え合い、地域材料を使用することで失敗時のリカバリーも容易であることから、継続性を引き出す技術であると判断できる。
- ④ 低コスト：地域で調達できる材料で整え、簡易な微生物採取と培養方法を採用し、資機材に有機性廃棄物が利用できる幅広い選択肢があり、電気等のエネルギーを必要としない。低コストな技術であると評価できる。
- ⑤ 文化・伝統への適合：コンポスト化はインドネシアの文化一部であり、微生物は伝統的な発酵食品から採取し、伝統的な相互扶助の再生にも寄与している。文化・伝統への適合が高い技術であると判断できる。
- ⑥ 環境配慮：家庭での生ごみリサイクルを推進することを目的としている。資機材に有機性廃棄物の使用が選択肢に入り、電気等のエネルギーを必要としない。環境に配慮した技術であると判断できる。
- ⑦ 現地調達：地域で調達できる資機材で整え、微生物も地域で採取する。必要なものは全て地域で調達しており、現地調達に適した技術であると判断できる。

高倉式コンポストは技術の適正性を評価する 7 項目全てに該当した技術

であるといえる。また、アキノら¹⁶⁾が実施した現地調査でも「SGC キャンペーン展開当時のコンポスト化技術は適正でなく、住民のモチベーションは専ら資源ごみの売却益であった。そこに高倉式コンポスト技術が確立され、この技術は SGC キャンペーンにとって待ち望まれていた適正なコンポスト化技術であった。」と述べている。

高倉式コンポストは地域に定着しやすい適正技術であると判断できる。

5.2 インドネシア国内の他都市及び開発途上国への展開

5.2.1 廃棄物管理改善を成功に導くためのポイント

廃棄物管理改善が地域で定着するためのポイントとして、Hennida¹⁹⁾及び田崎⁸⁵⁾の報告と前述した考察及び適正技術から、「行政の強い係わり」「不足する資源の獲得」「適正な技術の導入」「住民参加」「定着化」の 5 項目を抽出した。

(1) 行政の強い係わり：廃棄物管理は行政の責務であり、その成功へ向け行政の強いリーダーシップを発揮する。

スラバヤ市は全市を挙げた廃棄物管理改善を行政施策として実施するために、美化・公園局を主管部署として様々な活動を展開している。

様々なステークホルダーを巻き込んだ SGC キャンペーンの実施体制を構築し組織的に運用することで、廃棄物管理改善を草の根的に定着させた。この時、コンポスト化を導入した廃棄物管理の条例化、コンポストセンターの整備、廃棄物管理改善に関心が無い地域を補うための資源ごみ分別回収センターの整備など、廃棄物管理改善の進捗に合わせた新たな展開を加えている。これには、スラバヤ市の廃棄物管理改善に対する予算配分と継続と、対外的な表彰の受賞、GOS 比率目標値 30%の達成、都市計画マスタープランの公表などの対外的コミットメントが大きく寄与すると考える。

(2) 不足する資源の獲得：他国・他都市並びに企業等からの廃棄物管理改善

に係るノウハウを吸収し、知識から知恵とする。

スラバヤ市は廃棄物問題に対応するためのノウハウを持っていなかったため、外部のノウハウを活用している。

都市環境改善に係る都市間協力の関係にあった北九州市に支援を求め、北九州市は廃棄物減量化・リサイクル促進に係る調査を実施し、課題抽出と改善策を提案した。その後コンポスト化技術協力がスタートし、高倉式コンポストが地域技術として定着し自立的に展開している。

また、スラバヤ市は SGC キャンペーンスタート時には、キャンペーン運営ノウハウや地域環境リーダー育成ノウハウ等が不十分であったので、環境モチベーターを通じてユニリーバ財団のノウハウの提供を受けた。今では協働企業がユニリーバ財団から地元企業へ移り、SGC キャンペーンに MDS キャンペーンを加わえるなど独自運営している。

(3) 適正な技術の導入：地域の状況に応じ必要な適正技術を導入する。

スラバヤ市は SGC キャンペーンに資源ごみ回収システムとしてごみ銀行を導入していたが、生ごみコンポスト化技術については未熟であったため、北九州市からの技術移転として高倉式コンポストを導入し、地域技術として定着し自立的に展開している。これが地域のコンポストセンター23ヶ所の整備へと波及した。

(4) 住民参加：地域の特性に合わせた住民参加のキッカケづくりとモチベーションを維持する。

RT 主体の SGC キャンペーン等の参加を通じて、住民は廃棄物管理改善に取り組んでいる。

このキャンペーンには「表彰による競い」「マスコミ報道等による社会的地位の確立」「コミュニティの力量に応じた2種類のキャンペーンや複数ランクの用意」等の様々な工夫が織り込まれ、ごみ銀行による資源ごみの買い取り制度は住民にとって金銭的インセンティブとなる。また、住民から任命された地域環境リーダー等が行政の指揮のもと組織的にコミュ

ニティの啓発・フォローアップを担っている。

- (5) 定着化：行政・企業・地域団体・住民の協働体制を構築し，個人の活動ではなく地域の活動とする。

スラバヤ市では，埋立処分場に搬入される廃棄物のうち家庭ごみが 78% を占めている。そのため，廃棄物管理改善に対する住民一人一人の取り組みと定着化が重要であり，SGC キャンペーン等を導入することで RT 単位の活動として地域に定着させた。

SGC キャンペーン推進体制を構築し RT 単位で活動して規模を大きくすることで，個人だけでは見えにくい成果を写真 3-1 に示すような緑溢れるコミュニティに変わったり，写真 3-3 に示す多量の資源ごみの回収量として見える化したり，キャンペーンで競い合うことで，取り組みのモチベーション維持や相互に声を掛け励まし合うなどして取り組みの継続性が高まる。そして，住民から育成された環境リーダー等による啓発・フォローアップや婦人団体 PKK 等地域団体の支援¹²⁾があることで，地域への定着を促すと考えられる。

5.2.2 スラバヤ市廃棄物管理改善の他都市への展開

スラバヤ市の廃棄物管理改善をもとに，筆者がインドネシア共和国の M 市において，年度を違えて実施した住民主体の廃棄物管理改善に係わった 2 つの事例がある。ここでは，それぞれの事例を先に抽出した 5 項目に分けて表 5-2 にまとめ，比較し再評価することで，5 項目分けの有効性を確認した。

表 5-2 スラバヤ市廃棄物管理改善の他都市への展開についての事例比較

	事例 1	事例 2
廃棄物管理改善の背景	廃棄物管理が未熟であるため、収集運搬・処分システムが十分に機能せず、不法投棄・ごみの散乱・埋立処分場が逼迫している。なお、生ごみは全廃棄物量の 50%以上を占めていた。既存のコンポスト化技術は未熟。	
実施時期	7 ヶ月間	18 ヶ月間
① 行政の強い係わり	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトチームがモデルコミュニティを選定し、コミュニティを管轄する町長から活動の了承を受けた。 ・プロジェクトチームは RT 長の協力を得てコミュニティ内で活動。 ・RT 長は活動拠点を提供。 	<ul style="list-style-type: none"> ・北九州市と M 市との調整により環境局が主管部署となった。 ・M 市がモデルコミュニティを選定。 ・M 市は他の部局との連絡調整等を行い行政施策として展開。 ・M 市は継続した予算配分した。 ・M 市は高倉式コンポストの無料配布を予算化。 ・M 市は北九州市等対外的に廃棄物管理改善の継続をコミットメント。
② 不足する資源の獲得	<ul style="list-style-type: none"> ・北九州市が廃棄物管理に係る調査を実施。 ・プロジェクトチームがコンポスト化技術協力、ごみ銀行の運営ノウハウ等の廃棄物管理ノウハウを提供。 	<ul style="list-style-type: none"> ・北九州市はコンポスト化技術協力を実施。 ・北九州市は活動拠点となるコンポストセンターを提供。 ・北九州市が地元 NGO を通じ廃棄物管理ノウハウを提供。 (ごみ銀行のノウハウについてはユニリーバ財団から既に取得済み)
③ 適正な技術の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・高倉式コンポストを導入。 ・ごみ銀行の積極的な運営には至らず。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高倉式コンポストの導入とコンポストセンターの設置。 ・ごみ銀行の導入と積極的な運営。
④ 住民参加	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトとしてモデルコミュニティでコンポスト化を実施。 ・コンポストセミナーの開催とコミュニティへの出前授業実施。 ・環境教育セミナーの開催。 	<ul style="list-style-type: none"> ・行政施策としてモデルコミュニティでコンポスト化を実施。 ・コンポストセミナーの開催。 ・新聞がごみ銀行と生ごみコンポストを報道。 ・ユニリーバ財団がごみ銀行を表彰。
⑤ 定着化	<ul style="list-style-type: none"> ・RT 単位での取り組み。 ・地区の婦人会と地元 NGO に対する高倉式コンポスト技術の指導と指導者育成研修を実施。 ・高倉式コンポストの配布先リストによるフォローアップの実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・RT 単位での取り組み。 ・地元 NGO に対する高倉式コンポスト技術の指導と指導者育成研修を終え、住民へのフォローアップ体制を確立し運用。 ・地元 NGO が住民へ資源ごみ分別の徹底を指導しフォローアップ。
地域での定着と自律的な展開	プロジェクト期間中はコミュニティへの出前授業の要望も多く拡大していたが、時間の経過とともに縮小	プロジェクト期間終了後も NGO 主導のもと、行政・コミュニティと連携して継続している。また、行政施策として拡大予定。

事例 1, 事例 2 とともに廃棄物管理改善が地域で定着するための 5 つのポイントに対し、何らかのアクションが取られている。しかし、事例 1 では廃棄物管理改善の成功事例が適用地域で定着し自律的に展開できておらず、その原因を次のように考えた。

- ① 行政の強い係わり：町長がプロジェクト実施を了承し、RT 長の協力を受けることができたが、積極的な行政の係わりが、不十分であった。廃棄物管理は行政が責任もってマネジメントすべき事項であり、行政の強い係わりが必要である。行政の係わりが薄いなかで、地域の団体、NGO、企業等が活動することになると、その活動の位置付けが不安定となり、主管部署の決定・他部署との連携・予算配分と継続・行政の廃棄物管理改善達成に向けたコミットメント・市内部及び外部への情報発信等様々な事項が不十分となり、たとえモデルプロジェクトが好結果であっても他への波及効果は限定される。この点を対象地域の行政が認識するためには、廃棄物管理問題を克服した行政からのアプローチが有効と考えられる。または、民間からアプローチする場合には廃棄物問題を克服した成功事例をもとに、行政施策としての展開と強いリーダーシップの発揮の必要性を丁寧に説明する。
- ② 不足する資源の獲得：北九州市が実施した廃棄物管理調査の情報、プロジェクトチームによるコンポスト化技術及びごみ銀行の運営ノウハウ等の廃棄物管理ノウハウの提供がなされており、満足していた。
- ③ 適正な技術：高倉式コンポストの導入により、家庭での生ごみの減量化・資源化には有効であった。しかし、スラバヤ市の事例が示したように家庭での生ごみコンポスト化による直接的な廃棄物削減への寄与率は低い(スラバヤ市で 20%)。地域の循環型社会形成に向けた 3R(廃棄物の発生抑制。再使用・再資源化)への取り組みは、対象地域の状況に合わせ選択される。ここでは、生ごみの占める割合が高く、不法投棄等による不衛生や環境汚染を未然に防ぐために高倉式コンポストの導入を主

とし、ごみ銀行についてはノウハウ提供にとどまり資源ごみは既存の回収システムでの運用とした。後に実施した事例 2 から考えると、技術指導が生ごみコンポスト化に偏っていたと考えられる。適正な技術として、廃棄物の 50%以上を占める生ごみは高倉式コンポストによるコンポスト化とコンポストセンターの整備、資源ごみはごみ銀行を例とする回収システムを整備することで、廃棄物の大幅な削減が期待できると考える。

- ④ 住民参加：コンポストセミナーの開催やコミュニティへの出前授業及び、環境教育セミナーが開催されていたが、住民のモチベーションを維持するための仕掛けが不足していた。
- ⑤ 定着化：RT 単位での取り組み、婦人会や地元 NGO との連携、高倉式コンポストの技術指導と指導者育成研修及びフォローアップを実施しており、定着化に向けた活動はなされていた。しかし、コンポスト化の定着を主にしていたため、住民が取り組みやすい資源ごみの回収について、ごみ銀行のような組織的な回収システムを定着させるための取り組みは不十分であった。

5.3 まとめ

高倉式コンポストは、「技術レベル」「技術の効果」「持続性」「低コスト」「文化・伝統への適合」「環境配慮」「現地調達」から構成しており、移転する技術に求められる『現地の状況に合わせて展開しやすい適正技術である』と評価することができたことから、生ごみリサイクル技術として開発途上国への導入と定着が期待される。

廃棄物管理改善が地域で定着するためのポイントとして、「①行政の強い係わり」「②不足する資源の獲得」「③適正な技術の導入」「④住民参加」「⑤定着化」の 5 項目を抽出することができた。スラバヤ市の事例と M 市の 2 つの事例から具体的な内容を一例としてあげるが、対象地域の状況に合わせて充実させることになる。

①行政の強い係わり：特に廃棄物管理は行政が責任をもってマネジメントすべき事項であることから、行政には改善に向けた強い意志とリーダーシップを発揮することが求められる。

- ・ 廃棄物管理改善のための主管部署を決定する。
- ・ 他の部局との連絡調整等を行い、廃棄物管理改善を行政施策として展開する。
- ・ 廃棄物管理改善についての条例を整備する。
- ・ 行政主導で様々なステークホルダーを巻き込んだ廃棄物管理改善のための実施体制を構築し組織的に運用する。
- ・ 廃棄物管理改善に必要な予算配分とそれを継続する。
- ・ 行政のトップは廃棄物管理改善とその継続について、対外的にコミットメントする。

②不足する資源の獲得：廃棄物管理改善に不足する技術・ノウハウ等の資源を外部から吸収するとともに、知識から知恵とする

- ・ 海外から支援・協力を受け入れる。
- ・ 企業・NGO等の団体から支援・協力を受け入れる。

③適正な技術の導入：地域の状況に応じ必要な適正技術を導入する

- ・ 生ごみのリサイクル技術として高倉式コンポストを導入する。
- ・ 資源ごみのリサイクルシステムとしてごみ銀行を導入する。
- ・ ただし、その他の技術としてメタンガス化、飼料化、資源ごみ分別工場等様々な技術があり、技術の適正性を判断して導入技術を選択する。

④住民参加：地域の特性に合わせた住民参加のキッカケづくりとモチベーションを維持する

- ・ 行政施策としてモデルコミュニティを選定して廃棄物管理改善に取り組む。
- ・ 行政施策に位置付けた廃棄物管理改善セミナーを開催する。
- ・ 行政だけでなく住民に身近な婦人団体、NGO等の団体や企業を通じて

参加を働きかける。

- ・ 住民の取組を指導・教育・啓発・フォローアップする体制を構築する。
- ・ 時には廃棄物管理改善に係わるキャンペーンの開催など「競い」を導入し、成績優秀なコミュニティや個人に対し、マスコミ報道や表彰等を通じ社会的ステータスを付与する。この時、特定のコミュニティ等が賞を継続して独占しない工夫やステップアップする工夫を取り入れる。

⑤定着化：行政・企業・地域団体・住民の協働体制を構築し、個人の孤独な活動ではなく地域の活動とする

- ・ コミュニティや婦人会等の団体として取組むことで、廃棄物管理改善の効果規模が大きくなり見える化しやすくする。
- ・ 住民の取組を指導・教育・啓発・フォローアップする体制を構築し組織的に運用する。
- ・ 住民同士が相互に声を掛け励まし合うことで、地域の相互扶助を呼び起こす。

参考文献

- 82) 独立行政法人国際協力機構 国際協力総合研修所：開発途上国廃棄物分野のキャパシティ・ディベロップメント支援のためにー社会全体の廃棄物管理能力の向上をめざしてー， pp.131-132 (2005)
- 83) 堀尾正靱：現代技術社会においてなぜ「適正技術」思考が必要か，人間科学研究 Vol.26, No.2, pp.163-179(2013), http://dspace.wul.waseda.ac.jp/dspace/bitstream/2065/39986/1/NingenKagakuKenkyu_26_2_Horio.pdf (2016 年 3 月 10 日アクセス)
- 84) 公益財団法人国際厚生事業団：開発途上国の水道整備 Q&A【Web 版】Q132 水道システムにおける高度技術，適正技術，sustainable technology, https://www.jicwels.or.jp/water_supply/QandA/q_a/q132.html (2016 年 3 月 10 日アクセス)
- 85) 田崎 智宏：実践！地域のリサイクルシステムを構築する，国立環境研究所公開シンポジウム 2016 守るべき未来と「環境」の今～地球・生物・循環・安全・社会の半歩先を語ろう～，https://www.jicwels.or.jp/water_supply/QandA/q_a/q132.html(2016 年 5 月 30 日アクセス)

第 6 章 結論

これまでの結果と考察及び将来展望から、次のようにまとめることができる。

(1) 高倉式コンポストの役割と廃棄物減量化への有効性

- ① 高倉式コンポストの特性が SGC キャンペーン等を通じて住民に受け入れられたことで、住民の自発的な家庭での生ごみコンポスト化の定着を促したと評価される。
- ② 家庭での生ごみコンポスト化による直接的な埋立処分削減量への寄与は限定的であるが、組織的な資源回収システムであるごみ銀行との相乗作用で、廃棄物削減に貢献していると評価される。
- ③ 高倉式コンポストの波及により市内 23 ヶ所のコンポストセンターが整備され、44.1t/日の剪定屑等の廃棄物の増加を抑制していると推定される。
- ④ ①～③により、スラバヤ市の GRP 当たりの廃棄物発生量は 2006 年から 2014 年の間減少傾向を示し、約 70%の削減が達成されている。これを一人当たり GRP に対する一人当たり廃棄物発生量として評価すると、一人当たり GRP が同程度の他都市と比較しても、2013 年からは半分になっている。
- ⑤ 廃棄物管理改善に無関心な地域を補う資源ごみ回収センターの整備、大規模コンポストセンターの拡充、都市緑化率 30%の目標達成に向けたコンポスト製造の必要性及び、グリーン都市マスタープランによるコミットメントから、今後も廃棄物管理改善は継続され、廃棄物量は低レベルで安定化し維持されるものと推察される。

(2) 高倉式コンポスト技術が普及した理由

- ① スラバヤ市は 2006 年にコンポスト化導入による廃棄物管理を条例化 (No1/2006)したことで、SGC キャンペーン等と条例の両面で高倉式コンポストの使用を推進し無料配布を継続している。

- ② 地域環境リーダーが中心となった高倉式コンポストの導入及びフォローアップは、SGC キャンペーン等の推進体制に組み込まれたことで充実しており、SGC キャンペーン等の進展が高倉式コンポストの普及を促している。
 - ③ スラバヤ市は SGC キャンペーン実施に当たり、企業の様々なノウハウの取り込みと協働、コミュニティ組織を利用した推進体制の構築及び住民から地域環境リーダー等を育成し組織的に運用することで、SGC キャンペーンは草の根的に広がった。
 - ④ スラバヤ市は SGC キャンペーンへのコミュニティの参加促進やモチベーションを高く維持するために、ランク分け、表彰、マスコミ報道による社会的地位の確立など様々な工夫を加えた。
 - ⑤ スラバヤ市は高倉式コンポストの有効性を認識し、ウェブサイトや雑誌、そして SGC キャンペーンの協働企業であるメディアの情報発信により、住民の積極的な取り組みを推奨した。
 - ⑥ 主婦にとって、高倉式コンポストの特性「コンパクト性」「取扱い」「コスト」「楽しさ」「波及」「ベネフィット」は納得でき、使用時の満足度が高く、その使用を他者へも勧めている。
 - ⑦ 高倉式コンポストを学校教育にも取り入れたことで次世代に継承される。
- (3) スラバヤ市廃棄物管理改善の他都市への展開
- ① 高倉式コンポストは、適正技術であると評価することができたことから、生ごみリサイクル技術として開発途上国への導入と定着が期待される。
 - ② 廃棄物管理改善が地域で定着するためのポイントとして、「行政の強い係わり」「不足する資源の獲得」「適正な技術の導入」「住民参加」「定着化」の 5 項目を抽出し、それら項目分けの有効性が確認できた。

本研究が様々な都市での廃棄物管理改善の一助となることを期待する。

謝辞

本研究を実施する機会を与えていただき、また遂行に当たり終始ご指導賜りました九州工業大学大学院 生命体工学研究科 白井義人教授に心より感謝申し上げます。

本研究を遂行するに当たり、聞き取り調査及びアンケート調査に快く応じていただいたスラバヤ市美化・公園局 Chalid Buhari 局長及び職員の皆様、NGO PUSUDAKOTA Nilla Mardiana 氏、Nurlailah 氏、Jawa Pos 新聞社 Thoriq Sholikhul Karim 氏、Kiki 氏、Bill 氏、スラバヤ市環境モチベーターAdi Candra 氏、Anan 氏、Sugiarto 町内会長、SMPK SANTO STAN ISLAUS(中学校) Lili 先生はじめ先生方、Jambangan 地区、Rungkut Lor 地区、Gunungsari 地区の主婦の方々に厚くお礼申し上げます。

そして、本研究の対象である高倉式コンポストを展開するに当たり、協働し、叱咤激励し、適切なアドバイスをいただきました北九州市環境局、独立行政法人国際協力機構(JICA)、公益財団法人北九州国際技術協力協会(KIT A)、公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)他のお世話になりました方々に深く感謝とお礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

掲載論文と本論文との関係

1. 掲載論文について

論文投稿先：一般社団法人 廃棄物資源循環学会

投稿論文名：開発途上国における生ごみコンポスト化技術「高倉式コンポスト」が果たした役割とその効果についての調査－インドネシア共和国スラバヤ市の事例－

論文番号：2151103R2

採択日：2016年5月6日

掲載巻：廃棄物資源循環学会論文誌 第27巻 pp.84-91(2016)

2. 掲載論文の要旨

インドネシア国スラバヤ市は人口300万人超の大都市であるが、5年間で埋立処分量を大幅に削減し、緑溢れる都市へと変貌した。この原動力に、北九州市との協力により技術移転された「高倉式コンポスト」が深く関わっている。筆者らは今回、当技術が果たした役割及びその効果を調査するためにスラバヤ市を訪れた。当技術は行政施策に取り入れられ、様々な関係者が満足できる技術として普及し、家庭での生ごみコンポスト化が定着した。この定着による生ごみリサイクルの埋立処分削減量への寄与率は19.9%と限定的であったが、コミュニティの資源ごみの回収を促したり、行政によるコンポストセンター整備へと波及した。そして、スラバヤ市は、2011年以降GRP当たり埋立処分量を60%以上削減し、都市緑化率30%の目標達成を目指すために、市内全体の有機性廃棄物のコンポスト化が促され、今後も廃棄物発生量が低レベルで安定すると推察された。

3. 掲載論文と各章の関係

掲載される論文は、本論文の第1章、第2章、第3章、第4章、第6章に関係する。

4.掲載論文から転載した図

図 4-1 一人当たり GRP に対する一人当たり廃棄物発生量
(転載許可済み)